

THESIS

HAMBURG

1968

" ÜBER DAS VERHALTEN
EINIGER ATEMFUNKTIONSGRÖSSEN
UND DER HERZFREQUENZ
WÄHREND UND NACH DAUERLÄUFEN
IM SCHEIN-STEADY-STATE."

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

med. 1177

Harm | Bredemeier

Hamburg

1968

Aus der II. Medizinischen Universitätsklinik und - Poliklinik
Direktor: Prof. Dr. Arthur Jores

" Über das Verhalten einiger Atemfunktionsgrößen und
der Herzfrequenz während und nach Dauerläufen im
Schein- steady - state."

D i s s e r t a t i o n

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von

Harm Bredemeier
aus Kiel

Hamburg 1968

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg am 7.12.1967

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Hamburg

Dekan: Prof. Dr. H. Gardemin
Referent: Prof. Dr. E. Gadermann
Korreferent: Prof. Dr. A. Jores

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung und Problemstellung	1
II. Material und Methodik	3
III. Ergebnisse	6
IV. Besprechung der Ergebnisse	65
V. Zusammenfassung	80
VI. Literaturverzeichnis	81
VII. Lebenslauf	86

Über das Verhalten einiger Atemfunktionsgrößen und der Herz-
frequenz während und nach Dauerläufen im Schein-Steady-state.

(Ein Beitrag zur Physiologie des modernen Dauerlauftrainings)

I. Einleitung und Problemstellung

Erste spirometrische Aufzeichnungen der Atemtätigkeit wurden 1846 von HUTCHINSON (33) an Tieren durchgeführt. Es vergingen jedoch fast acht Jahrzehnte, bevor KROGH und LINDHARD (46) und A.V. HILL (21) sich in den frühen zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts mit eingehenderen Untersuchungen über kreislauf- und atemphysiologische Fragen befaßten. So prägte HILL (21) den Begriff des steady-state. Er verstand darunter die Konstanz aller Stoffwechselvorgänge im Organismus während konstanter körperlicher Arbeit. In den folgenden Jahren wurden von verschiedenen Autoren die unterschiedlichsten Definitionen für das steady-state gegeben. Auf Grund neuerer Untersuchungen spricht HOLLMANN (29) nur dann von einem steady-state, wenn das empfindlichste Kriterium, die Pulsfrequenz, unabhängig von der Arbeitsdauer über Stunden hinweg konstant bleibt. Diesem "echten steady-state" stellt HOLLMANN ein "Schein-steady-state" gegenüber. Nach HOLLMANN liegt ein "Schein-steady-state" immer dann vor, wenn bei konstanter Sauerstoffaufnahme (O_2 -Aufnahme), konstantem Atemminutenvolumen (AMV) und konstanter Arbeitsdosierung die Pulsfrequenz langsam ansteigt. Eine zahlenmäßige Definition ist hierbei jedoch nicht zu geben, da sie je nach Konstitution, Alter, Geschlecht und Trainingszustand der Probanden anders ausfallen würde.

HILL (21) war es auch, der als erster von oxygen deficit (Sauerstoffdefizit) und oxygen debt (Sauerstoffschuld) sprach. Mit Sauerstoffdefizit bezeichnete er dabei die in den ersten Belastungsminuten gegenüber dem tatsächlichen Sauerstoffverbrauch zuwenig aufgenommene Sauerstoffmenge. Unter Sauerstoffschuld verstand er die Sauerstoffmehraufnahme während der Erholungsphase gegenüber der Ruhesauerstoffaufnahme. Sauerstoffdefizit und Sauerstoffschuld sind jedoch nicht gleich groß, sondern die Sauerstoffschuld ist quantitativ immer größer. CHRISTENSEN und HÖGBERG (10) sehen die Ursache hierfür im geringeren energetischen Wirkungsgrad der Muskulatur bei anaeroben Abbau. Bei einer Belastung im steady-state beträgt deshalb die Sauerstoffschuld etwa das Doppelte des Sauerstoffdefizites. Daraus kann geschlossen werden, daß der Wirkungsgrad des anaeroben Stoffwechsels nur etwa 50 Prozent des aeroben beträgt (ROSSIER (62)).

Das ebenfalls von HILL (21) eingeführte Kriterium des Sauerstoffbedarfs (O_2 -Bedarf) erhält je nach Größe und Dauer der Belastung unterschiedliche Bedeutung. Wir verstehen unter Sauerstoffbedarf die gesamte durch eine Arbeit bedingte Sauerstoffmehraufnahme, und zwar während und nach der Arbeit. Dieser Sauerstoffbedarf wird bei kurzen Laufstrecken bis einschließlich 200 m erst in der Erholungsphase aufgenommen. Mit zunehmender Länge der Laufstrecke wird

der Sauerstoffbedarf in immer stärkerem Maße während des Laufes gedeckt. Bei Langstrecklern schließlich erlangen Fragen der Sauerstoffaufnahme und damit der Ventilation zentrale Bedeutung.

Deshalb legen wir bei unseren Untersuchungen besonderen Wert auf eine eingehende Betrachtung von Sauerstoffaufnahme und Ventilationsgrößen während des modernen Langlauftrainings.

II. Material und Methodik

Allgemein wird heute bei sportmedizinischen Untersuchungen die Spiroergometrie als das beste Verfahren angesehen, Leistungsreserven von Herz, Kreislauf und Atmung quantitativ zu erfassen. Je nach Arbeitskreis werden hierbei die verschiedensten Apparaturen bevorzugt. Einheitlich wird allein von fast allen der "Knipping-Spirograph" verwandt, der exakt Ventilationsgrößen und Sauerstoffverbrauch aufzeichnet. Erhebliche Differenzen bestehen aber in der Belastungsform, der die Probanden von den einzelnen Untersuchern unterzogen werden. Fahrradergometer (KROGH, E.A. MÜLLER u.a.) und Drehkurbelergometer (KNIPPING, HOLLMANN u.a.) werden am häufigsten verwandt. Da aber je nach Belastungsform eine unterschiedliche Beanspruchung von Muskelgruppen resultiert, ergeben sich auch zum Teil erhebliche Differenzen in der Größe der entsprechenden Ventilations- und Kreislaufwerte. So liegen zum Beispiel sämtliche AMV-Werte bei Handkurbelergometerarbeit höher als bei Beinarbeit. Von großer Bedeutung erweisen sich auch Typ des Ergometers (Dynamo- oder Drehkurbelergometer) Tourenzahl und Kurbellänge.

Für unsere Untersuchungen wählten wir eine Belastungsform, die sich speziell für Läufer anbietet, nämlich die besonders von METZNER (51) propagierte Belastung auf dem Laufband. Als Nachteile einer solchen Belastung werden in der Literatur angeführt: 1. nicht genau dosierbare Belastung, 2. unterschiedliche Schrittlänge während der Belastung, 3. Laufbehinderung durch Sicherheitsgürtel und 4. fehlende kontinuierliche Ableitung der Herzaktionsströme. HOLLMANN (31) schreibt den Punkten 1 bis 3 eine veränderte O_2 -Aufnahme und eine dadurch erhöhte statistische Streubreite der O_2 -Aufnahme zu. Alle Einwände treffen jedoch für unsere Untersuchungen entweder nicht zu oder konnten in ihrer Bedeutung auf ein Minimum reduziert werden. So liefen unsere Probanden während des ganzen Versuches eine konstante Geschwindigkeit, konnten sich also auf eine gleichmäßige Schrittfolge und -länge einstellen. Eine Laufbehinderung durch den Sicherheitsgürtel entfiel, da wir auf Grund der relativ niedrigen Laufgeschwindigkeit auf eine Benutzung des Sicherheitsgürtels verzichteten. Die Ableitung der Herzaktionsströme endlich wurde durch eine Spezialapparatur von NICOLAI (56) gewährleistet, deren Zusammensetzung von KINDERMANN (36) beschrieben wurde.

Von sehr viel größerer Bedeutung sind dahingegen die Vorteile des Laufbandes gegenüber Drehkurbel- und Fahrradergometer, und zwar speziell bei Belastung mit konstanten, niedrigen Geschwindigkeiten. Das Laufband schafft mit der Beanspruchung der gesamten Laufmuskulatur Verhältnisse, die denen des Laufens auf der Aschenbahn optimal entsprechen. Daraus ergibt sich eine wesentlich bessere Aufzeichnung der Ventilations- und Kreislaufgrößen eines Läufers, als

sie bei Beanspruchung nur einiger weniger Muskelgruppen (wie zum Beispiel bei Belastung mit dem Fahrrad- oder Drehkurbelergometer) möglich ist.

Wir benutzten für unsere Untersuchungen ein Laufband mit den von METZNER (51) angegebenen Maßen (Länge von Walze zu Walze 250 cm, Breite 60 cm, Geschwindigkeit regulierbar zwischen 4 und 45 km/h). Ventilationsgrößen und Herzfrequenz wurden, wie schon erwähnt, mit Hilfe des Spirographen von Knipping, Typ 210 D, Spezialausführung " Sport ", bzw. der Apparatur von NICOLAI (56) aufgezeichnet. Unsere Probanden setzten sich aus ausgesuchten Mittel- und Langstrecklern des Norddeutschen Raumes zusammen, die einer konstanten 35 bis 40 minütigen Laufbandbelastung im Schein-steady-state ausgesetzt werden sollten. Die Geschwindigkeit wurde so gewählt, daß sie einer Belastung entsprach, die von den Läufern auch über längere Zeiträume (bis zu 2 Stunden) hätte durchgehalten werden können. Hierzu ließen wir einige Wochen vor unseren eigentlichen Versuchen mehrere Probanden einen 20 km - Trainingslauf auf der Aschenbahn absolvieren. Alle 2 km bestimmten wir bei diesen Probanden Pulsfrequenz, Blutdruck und mittlere Laufgeschwindigkeit. Unsere Probanden wiesen wir besonders darauf hin, beide Läufe (auf der Aschenbahn und auf dem Laufband) in einem Tempo zu laufen, als beabsichtigten sie, ein zweistündiges Langlauftraining durchzuführen. Den Läufen auf der Aschenbahn schlossen sich Versuchsläufe auf dem Laufband an. Letztere veranlaßten uns, die Laufbandgeschwindigkeit um 3 bis 4 km/h geringer als die auf der Aschenbahn ermittelte Durchschnittsgeschwindigkeit anzusetzen. Die Gründe hierfür liegen in der teilweise erheblichen Behinderung der Läufer durch die Gesichtsmaske. Trotz Befestigung der Gesichtsmaske mit Seilen an der Decke führten eine gewisse Trägheit und Unbeweglichkeit der Maske zu Störungen des Bewegungsablaufes. Außerdem führten Druckerscheinungen des aufgeblasenen Abdichtungsringes der Maske und Beschlagen der Sichtscheibe zur psychischen Beeinflussung der Probanden. Sicherlich wären einige Läufer dazu in der Lage gewesen, auch größere Geschwindigkeiten über die ganze Versuchsdauer im Schein-steady-state zurückzulegen. Da wir jedoch möglichst gleichmäßige Versuchsbedingungen schaffen wollten, nahmen wir lediglich eine Klassifizierung aller Läufer in zwei Leistungsgruppen (s.n.Seite) vor. Die Größe dieser beiden Geschwindigkeiten richtete sich nach der Leistungsstärke der jeweils schwächsten Läufer in den beiden Gruppen, so daß Schein-steady-state-Belastung für alle gesichert war.

Die Versuche wurden in einem geschlossenen Raum mit konstanter Temperatur durchgeführt, und zwar immer in den späten Nachmittagsstunden. Alle Probanden trugen gleiche Kleidung und alle wurden vorher eingehend über Versuchsfolge und -zweck informiert. 20 bis 30 Minuten vor Versuchsbeginn bestimmten wir Ruhe-Blutdruck, Ruhe-Pulsfrequenz, Ruhe-EKG und Belastungs-EKG. An den Anfang unserer Untersuchung stellten wir die Ruhewert-Bestimmung von O_2 -Aufnahme,

Atemfrequenz, Atemvolumen und Pulsfrequenz, die solange durchgeführt wurde, bis eine Konstanz der einzelnen Werte erreicht war. Den Arbeitsbeginn kündigten wir jeweils erst 1 sec vorher an, um eine Arbeitsumstellung unserer Probanden vor dem eigentlichen Arbeitsbeginn durch psychische Momente ("Vorstartstadium" nach KRESTOWNIKOW, LEBEDINSKI, KRAWKOW u.a., zitiert nach HOLLMANN (29)) auf ein Minimum zu beschränken.

Je nach Leistungsstärke unterteilten wir unsere 24 Probanden in zwei Gruppen. Neun Läufer, deren Leistungen nationalen und internationalen Ansprüchen genügen (Zeiten unter 3:47,5 über 1500 m; 8:30.0 über 3000 m; 14:30.0 über 5000 m; 30:30.0 über 10000 m und 2:40:00.0 im Marathon-Lauf), ließen wir eine Geschwindigkeit von 3,8 m/sec (13,68 km/h) laufen. 14 Läufer, deren Leistungen regionalen Ansprüchen genügen, liefen eine Geschwindigkeit von 3,0 m/sec (10,8 km/h). 1 Proband, der nach seinen Leistungen zu der schnelleren Gruppe zu zählen ist, lief 3,3 m/sec, da er (Vp 10) zum Zeitpunkt der Untersuchung gerade erst aus einem längeren Urlaub zurückgekehrt war und seit ungefähr zwei Monaten kaum noch trainiert hatte.

10 unserer 24 Versuchspersonen liefen 35 Minuten. Die übrigen 14 Probanden liefen zunächst 4 Minuten und erholten sich dann unter der Maske während 10 bis 20 Minuten. Daran schloß sich auch bei ihnen der 35 bis 42 minütige Lauf an. Alle 24 Läufer blieben nach ihrem Lauf noch für 10 bis 20 Minuten unter der Maske, um einen Überblick über den Rückgang der Ventilationsgrößen während der Erholungsphase zu gewinnen. In Einzelfällen wurde von dieser Versuchsfolge abgewichen. So ließen wir einen Probanden (Vp 10) 50 Minuten laufen, während wir bei einem anderen (Vp 6) 25 Minuten der Erholungsphase aufzeichneten. Einige Probanden mußten vor Versuchsende ihren Lauf unterbrechen, da entweder durch Erschütterung während des Laufes die Maske undicht wurde (Vp 19) oder aber die Druckerscheinungen der Maske während des Laufes zu erheblich wurden (Vp 13).

III. Ergebnisse

In den Untersuchungsergebnissen unserer beiden Leistungsgruppen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Daher wird auf eine gesonderte Darstellung der beiden Gruppen verzichtet. Die Auswertung der spiographischen Kurven erfolgte durch Auszählung und Ausmessung jeder einzelnen Atemexkursion bei allen 24 Probanden. Sämtliche in dieser Arbeit angeführten Werte für O_2 -Aufnahme, Atemäquivalent und Sauerstoffpuls sind auf STPD (Standard Temperature Pressure Dry, d.h. auf 0° Celsius, 760 mm Hg und Trockenheit) umgerechnet. Alle Werte für Atemminutenvolumen, Atemvolumen und Atemäquivalent sind auf BTPS (Body Temperature Pressure Saturated, d.h. auf 37° Celsius, 760 mm Hg und Wasserdampfsättigung bei 37° Celsius) umgerechnet.

1. Atemminutenvolumen (AMV)

Eine Betrachtung des AMV während des Laufes zeigt, daß es zunächst bis zur 2. Minute sehr schnell und dann bis zur 6. Minute etwas langsamer ansteigt. In der 8. Minute erreicht es ein vorläufiges Maximum. Bis zur 20. Minute erhöht es sich in den folgenden Minuten nur noch geringfügig und erreicht ab 20. Minute einen sehr konstanten Wert von 69,35 bis 69,85 Liter (Tabelle 1). Nach anfänglich beträchtlicher Streuung (13,45 Liter in der 2. Minute) spielt sich die Streuung ab 5. Minute auf Werte zwischen 8,00 und 8,50 Liter ein. Extremwerte der einzelnen Probanden liegen in der 1. Minute

<u>Laufminute</u>	<u>AMV (in Ltr.)</u> <u>u. Streuung</u>
<u>Ruhe</u>	<u>9,30 $\pm$ 2,00</u>
1	44,15 $\pm$ 10,55
2	62,85 $\pm$ 13,45
3	63,55 $\pm$ 9,85
4	63,75 $\pm$ 8,70
5	64,55 $\pm$ 8,20
6	66,00 $\pm$ 8,00
7	66,45 $\pm$ 8,40
8	67,50 $\pm$ 8,00
9	65,05 $\pm$ 8,90
10	66,85 $\pm$ 8,05
15	68,35 $\pm$ 9,10
20	69,35 $\pm$ 8,05
25	69,35 $\pm$ 8,20
30	69,85 $\pm$ 8,00
35	69,75 $\pm$ 8,55

Tabelle 1: Mittleres Atemminutenvolumen von 23 Lang- und Mittelstrecklern während eines 35 minütigen Trainingslaufes im Schein-steady-state

zwischen 26,80 (Vp 9 und 10) und 69,55 Liter (Vp 15), in der 10. Minute zwischen 52,35 (Vp 10) und 79,30 Liter (Vp 7), sowie in der 35. Minute zwischen 54,00 (Vp 10) und 83,95 Liter (Vp 2). Die größte Differenz zwischen 3. und 35. Minute weist Vp 2 mit 18,35 Liter, die geringste Vp 14 mit 0,00 Liter auf. Einen Abfall des AMV zwischen 3. und 35. Minute zeigen die Vp 3, 15 und 23. Den kontinuierlichsten Verlauf des AMV besitzen die Vp 1, 7, 10 und 21. Der geringfügige Anstieg des mittleren AMV von 67,75 Liter in der 11. Minute auf 69,75 Liter in der 35. Minute ist darauf zurückzuführen, daß einige Versuchspersonen trotz konstanter O_2 -Aufnahme einen Anstieg ihres AMV während des ganzen Laufes verzeichnen, der den Mittelwert natürlich entsprechend beeinflußt (Vp 6, 8, 9, 18 und 19).

Wie auch bei allen anderen noch zu besprechenden Größen zeigt sich auch beim AMV, daß zwischen den beiden Leistungsgruppen zwar keine wesentlichen Unterschiede in den Mittelwerten ihrer verschiedenen Ventilationsgrößen bestehen, daß aber die Werte der leistungsstärkeren Gruppe (Gruppe I) erheblich enger zusammenliegen, als die der leistungsschwächeren Gruppe (Gruppe II). In der Gruppe I liegen zum Beispiel alle Ruhe-AMV-Werte zwischen 6,85 und 9,55 Liter, während sie in Gruppe II zwischen 6,45 (Vp 21) und 14,30 Liter (Vp 16) liegen. Bei Nichtberücksichtigung der drei höchsten Ruhe-AMV-Werte von Gruppe II (Vp 16 mit 14,30, Vp 11 mit 13,25 und Vp 22 mit 12,10 Litern) würde sich das mittlere Ruhe-AMV aller Versuchspersonen von 9,30 Liter (Tabelle 2) auf 8,55 Liter verringern.

Autoren	AMV in Liter	
HERXHEIMER	1933	6,7
KNOLL und ARNOLD	1933	6 bis 8
DITTRICH	1937	4 bis 10
BOLT, KNIPPING, VALENTIN, VENRATH	1956	6 bis 12
KIRCHHOFF, REINDELL, GEBAUER	1956	7,9 $\pm$ 1,2
HOLLMANN	1959	6 bis 12
NÖCKER	1960	8,0
HOLLMANN	1963	9,1
Eigene Ergebnisse	1965	9,3 $\pm$ 2,0

Tabelle 2: Vergleichende Betrachtung der Angaben über AMV in Ruhe

Nach Beendigung des Laufes sinkt das AMV, wie schon lange bekannt, in einer Exponentialfunktion ab. Nähere Einzelheiten über das Verhalten des AMV während dieser Erholungsphase vermittelt Tabelle 3. Die Diskrepanz des in Tabelle 3 für die letzte Laufminute angegebenen AMV von 73,85 Liter zu den

in Tabelle 1 erwähnten 69,75 Liter für die 35. Laufminute erklärt sich daraus, daß viele unserer Probanden bis zur 42. Minute gelaufen sind, und in ihrer letzten Laufminute ein von der 35. Laufminute abweichendes AMV zeigten. Dieses AMV der letzten Laufminute wurde für die folgenden Berechnungen zu Grunde gelegt und gleich 100 gesetzt. Es zeigte sich daraufhin, daß das AMV der

Minuten nach Laufende	AMV und Streuung (in Liter)	AMV in Pro- zent der letz- ten Laufminute	AMV d.letztl.Laufmin. u.d. Erholungsp.h.minus Ruhe AMV in Litern und Prozent
letzte Laufmin.	73,85	100,00	64,55 100,00
1	36,40 $\pm$ 5,00	49,75	27,45 42,50
2	18,30 $\pm$ 3,70	24,80	9,00 14,00
3	13,70 $\pm$ 3,30	18,85	4,60 7,15
4	13,10 $\pm$ 3,10	17,60	3,80 5,85
5	11,90 $\pm$ 3,20	16,10	2,60 4,00
10	10,05 $\pm$ 1,75	13,60	0,75 1,15
15	10,30 $\pm$ 1,65	14,00	1,00 1,55
20	9,40 $\pm$ 1,70	12,70	0,10 0,16

Tabelle 3: Absoluter und prozentualer Vergleich des AMV in der Erholungsphase mit dem AMV der letzten Laufminute nach 35 bis 42 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

1. Erholungsminute fast genau die Hälfte (49,75 %) dieser letzten Laufminute betrug. Das AMV der 2. Minute betrug noch ungefähr ein Viertel (24,80 %) und das der 3. Minute schließlich ein Fünftel (18,85 %) der letzten Laufminute. Bis zur 10. Minute nahm das AMV bis auf 13,60 % des AMV der letzten Belastungsminute ab.

Betrachtet man während dieser Phase lediglich das AMV, das über dem Ruhe-AMV liegt, d. h. die Differenz zwischen der tatsächlich ventilierten Luftmenge und dem Ruhe-AMV von 9,30 Litern, so erhält man einen noch besseren Überblick über den Abfall des AMV nach Beendigung des Laufes (Tabelle 3). Wird auch in diesem Fall wieder das so gewonnene AMV der letzten Laufminute (73,85 - 9,30 = 64,55 Liter) gleich 100 gesetzt, so ergibt sich für die 1. Erholungsminute ein AMV (27,45 Liter), das um 42,50 % des Differenz-AMV über dem Ruhe-AMV von 9,30 Litern liegt. Über 14,00 % in der 2., 7,15 % in der 3. und 4,00 % in der 5. Minute erniedrigt sich diese vermehrt ventilierte Luftmenge bis auf 1,15 % in der 10. Minute. Bei 11 Probanden bestimmten wir das AMV bis zur 20. Erholungsminute. Mit 9,40 Litern, d. h. 0,16 % des Differenz-AMV der letzten Laufminute, entsprach das AMV der 20. Minute praktisch genau dem Ruhe-AMV.

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei Betrachtung der Erholungsphase nach nur 4 minütiger Belastung (Tabelle 4). Zwar liegen hier alle absoluten Werte des AMV etwas höher als die Vergleichswerte nach 35 bis 42 minütigem Lauf, aber auch hier zeigen sich dieselben Gesetzmäßigkeiten. In der 1. bis 3. Erholungsminute sinkt das AMV auf die Hälfte (50,75 %), ein Viertel (26,10%)

Minuten nach Laufende	AMV in Liter	AMV in Prozent der letzten Laufminute	AMV d.letzt.Laufmin.u.d.Er- holungsph.minus Ruhe-AMV in Litern und Prozent	
4. Laufmin.	80,20	100,00	70,90	100,00
1	40,70	50,75	31,40	44,30
2	20,95	26,10	11,65	16,45
3	15,40	19,20	6,10	8,60
4	13,15	16,40	3,85	5,45
5	12,60	15,70	3,30	4,80
10	10,20	12,70	0,90	1,25

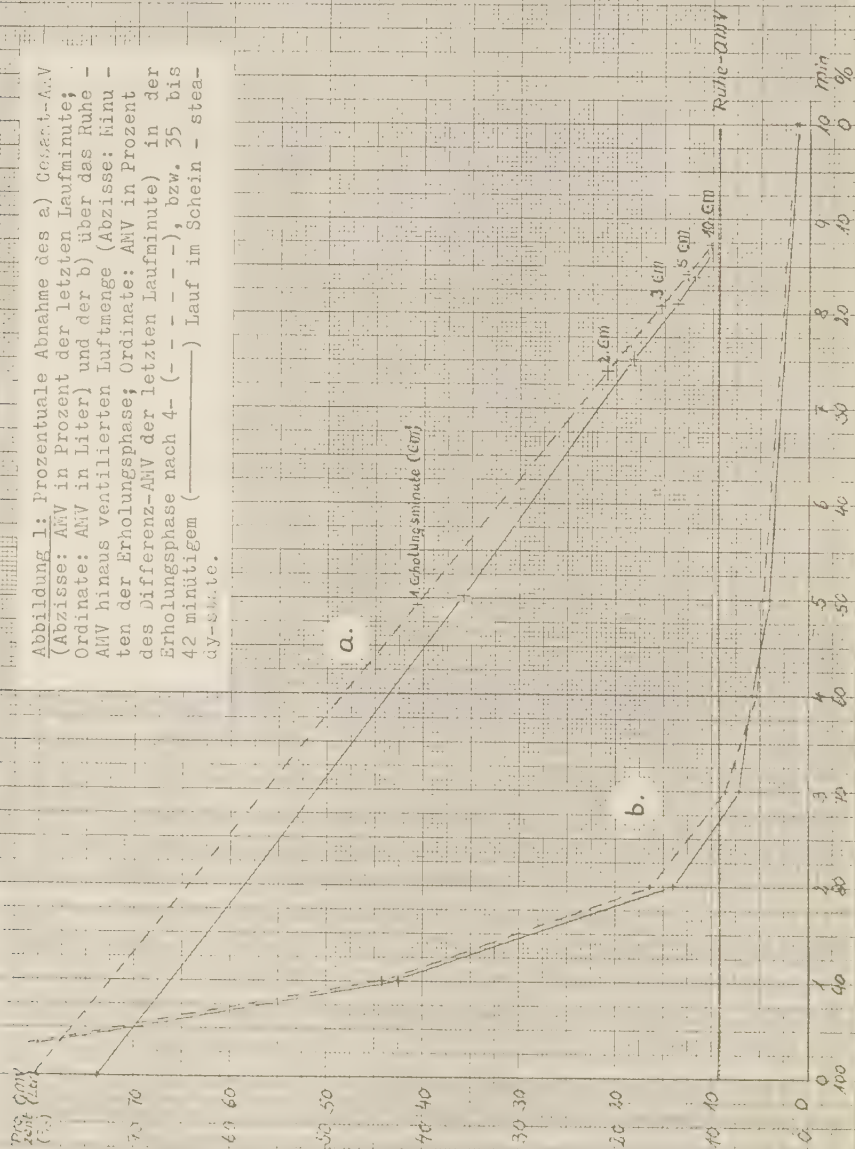
Tabelle 4: Absoluter und prozentualer Vergleich des AMV in der Erholungsphase mit dem AMV der letzten Laufminute nach 4 minütigem Lauf im Schein-steady-state

und ein Fünftel (19,20 %) des AMV der letzten Laufminute ab. In der 10. Minute beträgt es noch 12,70 % des AMV der 4. Laufminute. Auch eine Betrachtung der über das Ruhe-AMV hinaus ventilierten Luftmenge bestätigt die oben beschriebenen Ergebnisse. Über 44,30 % des Differenz-AMV der 4. Laufminute in der 1. Erholungsminute sinkt das AMV auf 16,45 % in der 2., 8,60 % in der 3. und 1,25 % in der 10. Minute.

Abbildung 1 veranschaulicht diese Verhältnisse. Abbildung 1a zeigt einen streng linearen Abfall des AMV bis zum Ruhewert (12,60 % des AMV der letzten Laufminute), wenn auf die Abzisse das AMV der Erholungsphase in Prozent der letzten Laufminute und auf die Ordinate das AMV in Litern eingetragen wird. Der Zeitfaktor wird hierbei nicht berücksichtigt. Abbildung 1b stellt die Abnahme des Differenz-AMV in den ersten 10 Minuten der Erholung dar. Aus ihr ist der schnelle Abfall des AMV in den ersten 2 Minuten zu ersehen. Weiter wird erkennbar, daß schon nach 4 bis 5 Minuten eine weitgehende Normalisierung des AMV eingetreten ist.

17 unserer 24 Probanden zeigten in ihrem AMV während der ersten Laufminuten ein Maximum, das stets zwischen 2. und 8. Minute fiel. Wie schon beschrieben wurde, liegt bei Betrachtung des Mittelwertes aller Probanden dieses Maximum in der 8. Minute. Die Differenz der einzelnen Maxima-Werte unserer Versuchs-

Abbildung 1: Prozentuale Abnahme des a) Gesamt-A.V. (Abzisse: AMV in Prozent der letzten Laufminute; Ordinate: AMV in Liter) und der b) über das Ruhe-AMV hinaus ventilierten Luftmenge (Abzisse: Minuten der Erholungsphase; Ordinate: AMV in Prozent des Differenz-AMV der letzten Laufminute) in der Erholungsphase nach 4- (- - - - -), bzw. 35 bis 42 minütigem (—) Lauf im Schein-steatgy-Skate.



personen zu ihren entsprechenden AMV-Werten der 10. Minute betrug im Mittel 7,00 Liter, während die Differenz der AMV-Werte von 10. und 35. Minute im Mittel nur bei 4,60 Liter lag. In beiden Fällen wurden diese Werte jedoch durch Extremwerte stark beeinflusst. So verringern sich die 7,00 Liter bei Auslassung der Werte von Vp 15 und 23 auf 4,50 Liter, und die 4,60 Liter bei Auslassung der Werte von Vp 6, 9 und 22 auf 3,00 Liter. Auf jeden Fall macht dieser Zahlenvergleich die Existenz des Maximums deutlich.

2. Atemfrequenz

Einen noch schnelleren Anstieg des Mittelwertes als beim AMV finden wir bei der Atemfrequenz. Bereits in der 1. Minute beträgt dieser Mittelwert 29,2 ($\pm 6,3$). Er steigt über 32,4 ($\pm 6,2$) in der 2. und 34,9 ($\pm 6,8$) in der 10.

Laufminute	Atemfrequenz und Streuung
Ruhe	14,4 $\pm$ 3,4
1	29,2 $\pm$ 6,3
2	32,4 $\pm$ 6,2
3	32,5 $\pm$ 6,5
4	33,3 $\pm$ 6,7
5	34,3 $\pm$ 6,4
6	34,4 $\pm$ 7,5
7	34,8 $\pm$ 5,9
8	35,1 $\pm$ 5,9
9	34,8 $\pm$ 6,4
10	34,9 $\pm$ 6,4
15	36,6 $\pm$ 7,8
20	38,7 $\pm$ 7,2
25	38,0 $\pm$ 6,2
30	39,2 $\pm$ 6,3
35	38,7 $\pm$ 6,9

Tabelle 5: Mittlere Atemfrequenz von 23 Lang- und Mittelstrecklern während eines 35 minütigen Trainingslaufes im Schein-steady-state

Minute auf 36,6 ($\pm 7,8$) in der 15. Minute. Wie beim AMV erzielt er einen konstanten Wert erst zwischen 15. und 20. Minute, und zwar mit 38,0 bis 39,0 (Tabelle 5). Auch die mittlere Atemfrequenz weist ein Maximum auf, das in der 8. Minute liegt. Mit 35,1 (gegenüber jeweils 34,8 in der 7. und 9. Minute) ist es jedoch nur sehr gering ausgeprägt.

Als außerordentlich groß erwies sich die Streuung der gefundenen Frequenzen. Extremwerte der einzelnen Probanden liegen in der 1. Minute bereits zwischen 18 (Vp 16) und 42 (Vp 23), in der 10. Minute zwischen 25 (Vp 12 und 15) und 50 (Vp 18) und in der 35. Minute zwischen 26 (Vp 12) und 50 (Vp 18). Entsprechend hoch liegen die Werte für die Streuung (zwischen ± 6 und ± 7). Die größte Frequenzdifferenz zwischen 3. und 35. Minute zeigt Vp 17 mit + 15, die geringste Vp 12 mit + 1. Einen Abfall der Frequenz zwischen 3. und 35. Minute verzeichnen die Vp 8 (- 5), Vp 15 (- 6) und Vp 23 (- 17), während die konstanteste Frequenz Vp 12 aufweist.

Als Mittelwert der Atemfrequenz in Ruhe fanden wir bei unseren Probanden einen Wert von $14,4 \pm 3,4$ (Tabelle 6).

Autoren		Atemfrequenz
KNOLL und ARNOLD	1933	12 bis 16
HERXHEIMER	1933	13,5
DITTRICH	1937	12 bis 16
BOLT, KNIPPING, VALENTIN, VENRATH	1956	12 bis 15
NÖCKER	1960	16,0 (Normalpersonen) 8 bis 10 (Trainierte)
Eigene Ergebnisse	1965	$14,4 \pm 3,4$

Tabelle 6: Vergleichende Betrachtung der Angaben über Atemfrequenzen in Ruhe

87,5 % unserer Probanden (21 Vp) zeigten mit Belastungsbeginn ein charakteristisches Absinken des Atemexkursionsniveaus, und zwar um Werte zwischen 200 (Vp 21) und 600 ml (Vp 8). Dem Einschalten des Laufbandes folgte stets unmittelbar danach dieser expiratorische Abfall (Abbildung 2). Auf dem neuen tieferen Expirationsniveau baute sich dann die folgende Arbeitsventilation auf.

Nach Beendigung des Laufes sinkt die Atemfrequenz in der 1. Minute auf 23,0 ab. Eine Normalisierung auf eine Frequenz von 15,3 beobachten wir in der 10. Minute. In 11 Fällen registrierten wir die Erholungsphase unserer Probanden noch bis zur 20. Minute. Bei ihnen fanden wir mit 17,3 für die 15. und 16,4 für die 20. Minute Frequenzen, die im Gegensatz zum gleichmäßigen Absinken der Frequenzen in den ersten 10 Minuten der Erholung wieder etwas höher liegen.

Wird die Frequenz der letzten Laufminute gleich 100 gesetzt, so beträgt die Frequenz der 1. Erholungsminute noch 57,6 % der Frequenz dieser letzten Laufminute. Diesen sehr schnellen Abfall beobachten wir jedoch nur in der

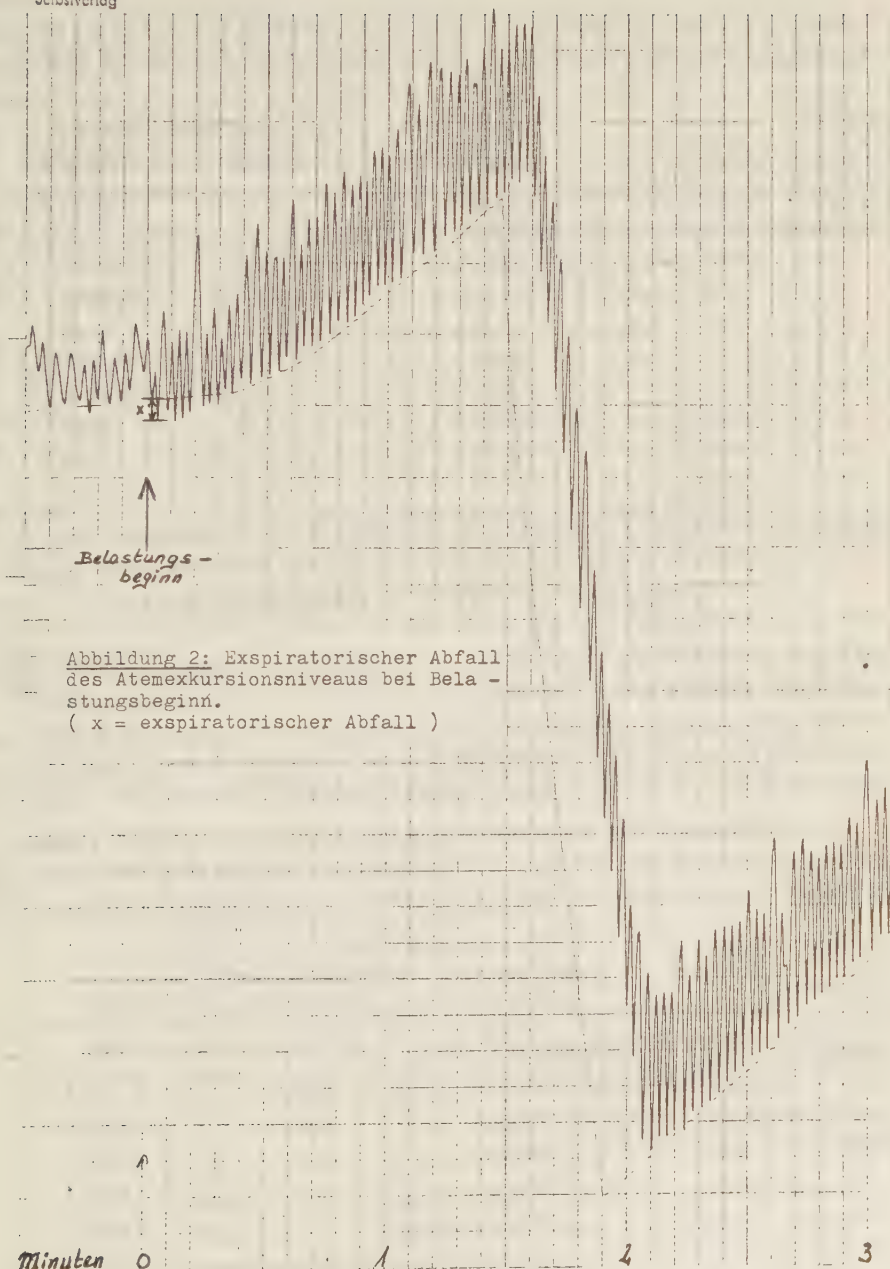


Abbildung 2: Expiratorischer Abfall
des Atemexkursionsniveaus bei Bela -
stungsbeginn.
(x = expiratorischer Abfall)

Minuten

0

1

2

3

1. Minute. Von der 2. Minute ab (44,9 %) sinkt der Wert nur noch ganz geringfügig bis auf 38,3 % in der 10. Minute (Tabelle 7). Die gleiche Tabelle

Minuten nach Laufende	Af. und Streuung	Af. in Prozent der letzten Laufminute	Af.d.letzt.Laufmin.u.d. Erh.phase minus Ruhe-Af in abs.Wert und Prozent	
letzte Laufmin.	39,0	100,00	25,5	100,00
1	23,0 $\pm$ 5,4	57,60	8,6	33,70
2	17,9 $\pm$ 4,6	44,90	3,5	13,70
3	17,0 $\pm$ 5,0	42,60	2,6	10,20
4	16,4 $\pm$ 5,4	41,10	2,0	7,80
5	16,0 $\pm$ 5,6	40,10	1,6	6,30
10	15,3 $\pm$ 4,6	38,30	0,9	3,50
15	17,3 $\pm$ 3,3	43,40	2,9	11,40
20	16,4 $\pm$ 3,9	41,10	2,0	7,80

Tabelle 7: Absoluter und prozentualer Vergleich der Atemfrequenz in der Erholung mit der Atemfrequenz der letzten Laufminute nach 35 bis 42 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

gibt auch den Differenzbetrag wieder, um den die Atemfrequenz über dem Ruhewert liegt. Für die letzte Laufminute wird diese Differenzfrequenz gleich 100 gesetzt. In der 1. Minute liegt die Atemfrequenz noch um 33,70 % der Differenzfrequenz der letzten Laufminute über der Ruhefrequenz, in der 5. Minute noch um 6,30 % und in der 10. Minute schließlich nur noch um 3,50 %.

Ein Vergleich mit der Erholungsphase nach 4 minütigem Lauf sieht etwas anders aus (Tabelle 8). Für die 1. Erholungsminute ergeben sich zwar noch weitgehend gleiche Werte, im weiteren Verlauf der Erholungsphase fallen

Minuten nach Laufende	Atem - frequenz	Af in Prozent der letzten Laufminute	Af d.letzt.Laufmin.u.d. Erh.phase minus Ruhe-Af in abs. Werten und Prozent	
4. Laufminute	37,2	100,00	22,8	100,00
1	22,3	59,90	7,9	34,50
2	19,9	53,60	5,5	24,20
3	18,2	48,90	3,8	16,70
4	17,5	47,10	3,1	13,70
5	17,5	47,10	3,1	13,70
10	17,2	46,20	2,8	12,30

Tabelle 8: Absoluter und prozentualer Vergleich der Atemfrequenz in der Erholung mit der Atemfrequenz der letzten Laufminute nach 4 minütigem Lauf im Schein-steady-state

jedoch alle Werte langsamer ab, als während der Erholung nach 35 bis 42 minütigem Lauf. So liegt die Atemfrequenz in der 10. Minute noch bei 17,2 d.h. um 12,3 % der Differenzfrequenz der letzten Laufminute über dem Ruhewert der Atemfrequenz. Der entsprechende Wert nach 35 bis 42 minütigem Lauf ist mit 3,5 % erheblich niedriger.

Wie Abbildung 1 für das AMV zeigt Abbildung 3 für die Atemfrequenz einen streng linearen Abfall bis zum Ruhewert von 14,4 (gleich 36,10 % der Frequenz der letzten Laufminute). Die prozentuale Abnahme der Atemfrequenz (Abbildung 3b) macht deutlich, um wieviel langsamer die Frequenz in der Erholungsphase nach 4 minütigem Lauf absinkt.

3. Atemvolumen

Im Vergleich zu den Werten anderer Autoren liegt der Ruhemittelwert des Atemvolumens mit 700 ml bei unseren Probanden ziemlich hoch (Tabelle 9). Besonders Vp 8, 10 und 16 besitzen sehr hohe Werte (bis zu 1430 ml), obwohl

<u>Autoren</u>	<u>Atemvolumen (in ml)</u>
KNOLL und ARNOLD	1933 300 bis 900
DITTRICH	1937 über 500
BOLT, KNIPPING, VALENTIN, VENRATH	1956 500 bis 600
Eigene Ergebnisse	1965 700 $\pm$ 270

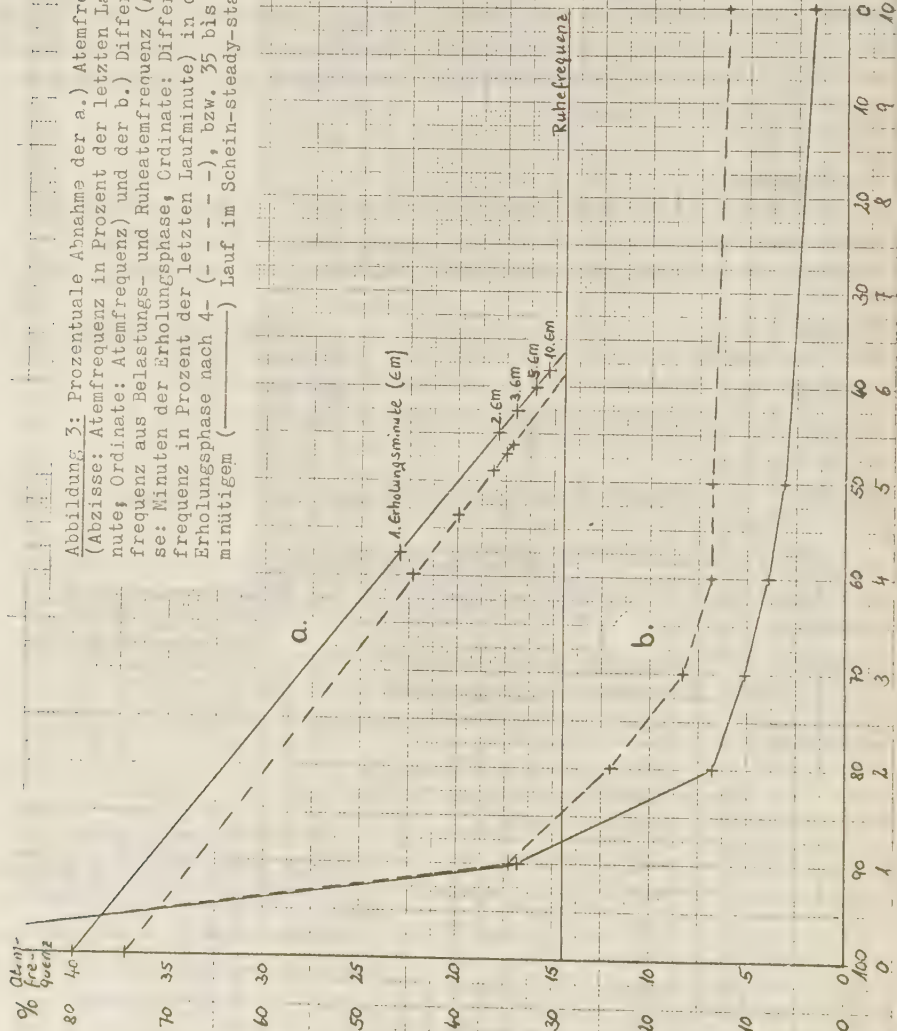
Tabelle 9: Vergleichende Betrachtung der Angaben über Atemvolumina in Ruhe

bei ihnen die Ruhewerte 15 Minuten lang bestimmt wurden. Bei Nichtberücksichtigung dieser 3 Probanden verringert sich der Mittelwert auf 610 ml.

<u>Laufminute</u>	<u>Atemvolumen und</u> <u>(in ml)</u>	<u>Streuung</u> <u>(in ml)</u>
<u>Ruhe</u>	700	$\pm$ 270
1	1550	$\pm$ 313
2	1950	$\pm$ 258
3	1990	$\pm$ 311
4	1970	$\pm$ 381
5	1930	$\pm$ 375
6	1970	$\pm$ 375
7	1950	$\pm$ 352
8	1950	$\pm$ 323
9	1950	$\pm$ 310
10	1950	$\pm$ 332
15	1930	$\pm$ 317
20	1860	$\pm$ 355
25	1850	$\pm$ 343
30	1850	$\pm$ 317
35	1910	$\pm$ 337

Tabelle 10: Mittleres Atemvolumen von 23 Lang- und Mittelstrecklern während eines 35 minütigen Trainingslaufes im Schein-steady-state

Abbildung 3: Prozentuale Abnahme der a.) Atemfrequenz (Abzisse: Atemfrequenz in Prozent der letzten Laufminute; Ordinate: Atemfrequenz) und der b.) Differenzfrequenz aus Belastungs- und Ruheatemfrequenz (Abzisse: Minuten der Erholungsphase; Ordinate: Differenzfrequenz in Prozent der letzten Laufminute) in der Erholungsphase nach 4- (- - - -), bzw. 35 bis 42 minütigem (—) Lauf im Schein-steady-state.



Während des Laufes steigt das Atemvolumen bis zur 3. Minute (1990 ml $\pm$ 311) schnell an und fällt dann wieder bis zum Ende des Laufes langsam ab. Die Streuung liegt sehr konstant zwischen 300 und 350 ml (Tabelle 10). Extremwerte der einzelnen Probanden liegen in der 1. Minute zwischen 880 (Vp 9) und 2400 ml (Vp 15), in der 10. Minute zwischen 1560 (Vp 18) und 3050 ml (Vp 12) und in der 35. Minute zwischen 1610 (Vp 1) und 3100 (Vp 12) ml. Die größte Abnahme des Atemvolumens zwischen 3. und 35. Minute weist Vp 10 mit 850 ml auf, die geringste Vp 20 mit 50 ml. Das kontinuierlichste Atemvolumen besitzen die Vp 1, 6 und 20.

Während der Erholungsphase fällt das Atemvolumen in der 1. Minute nur geringfügig um 9,1 % von 1880 ml auf 1710 ml. Die größte Abnahme fällt in die 2. Minute, in der sich das Atemvolumen um 30,8 % von 1710 ml auf 1130 ml

Minuten nach Laufende	Av und Streuung in ml	Av in Prozent der letzten Laufminute	Av d.letztl.Laufmin.u.d.Er- hol.phase minus Ruhe-Av in abs.Werten und Prozent	
letzte Laufmin.	1880	100,00	1180	100,00
1	1710 $\pm$ 435	90,90	1010	85,60
2	1130 $\pm$ 427	60,10	430	36,50
3	920 $\pm$ 352	48,90	220	18,60
4	910 $\pm$ 374	48,40	210	17,80
5	790 $\pm$ 262	42,00	90	7,60
10	720 $\pm$ 247	38,30	20	1,70
15	620 $\pm$ 158	33,00	- 80	- 6,80
20	600 $\pm$ 137	32,00	-100	- 8,50

Tabelle 11: Absoluter und prozentualer Vergleich des Atemvolumens in der Erholung mit dem Atemvolumen der letzten Laufminute nach 35 bis 42 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

verringert (Tabelle 11). In der 10. Minute liegt es nur noch 20 ml über dem Ruhewert, d.h. um 1,7 % des Differenz-Atemvolumens der letzten Laufminut. Bei 11 Probanden registrierten wir das Atemvolumen bis zur 20. Minute. Tabelle 11 zeigt, daß in diese Phase der Erholung ein sehr deutlicher Abfall des Atemvolums bis 100 ml (20. Minute) unter den Ruhewert von 700 ml eintritt.

Das mittlere Atemvolumen der letzten Laufminute nach 4 minütigen Lauf liegt um 300 ml über dem nach 35 bis 42 minütigen Lauf. Trotzdem normalisiert es sich schneller (Tabelle 12). So nimmt es schon in der 1. Minute

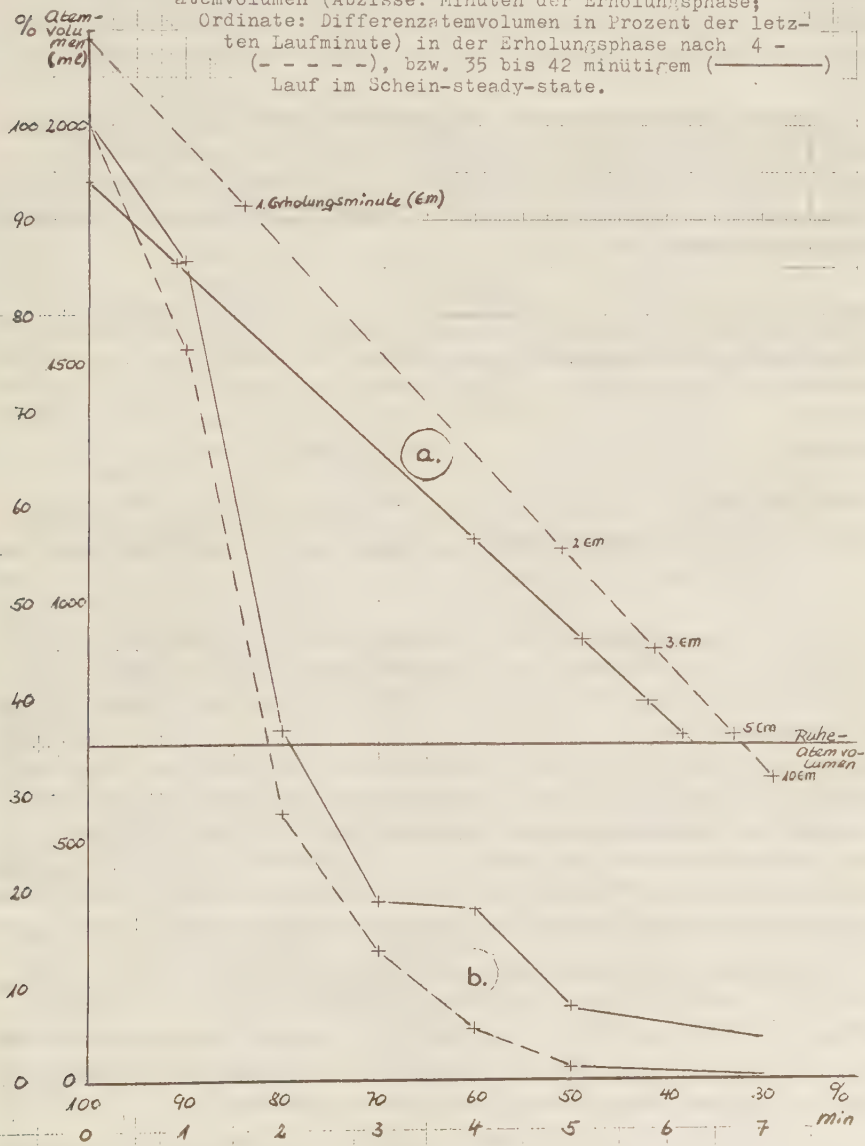
Minuten nach Laufende	Atemvo- lumen in ml	Av in Prozent der letzten Laufminute	Av d.letzt.Laufmin.u.d.Erhol. phase minus Ruhe-Av in abs.Werten und Prozent
4. Lauf- minute	2180	100,00	1480 100,00
1	1830	83,90	1130 76,40
2	1110	50,90	410 27,70
3	900	41,30	200 13,50
4	780	35,80	80 5,40
5	720	33,00	20 1,40
10	630	28,90	-70 -4,70

Tabelle 12: Absoluter und prozentualer Vergleich des Atemvolumens in der Erholung mit dem Atemvolumen der letzten Laufminute nach 4 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

um 16,1 % auf 83,9 % ab. Bis zur 10. Minute fällt es sogar schon bis unter den Ruhewert ab (630 ml).

Abbildung 4b veranschaulicht diese Verhältnisse. Der steile Abfall des Atemvolumens nach der 1. Minute, sowie die schnellere Normalisierung nach nur 4 minütigem Lauf kommen besonders gut zum Ausdruck. Abbildung 4a bestätigt auch für das Atemvolumen den schon für AMV und Atemfrequenz gefundenen linearen Abfall bei Nichtberücksichtigung des Zeitfaktors. Die stark untereinander differierenden Werte des Atemvolumens nach den beiden Läufen bedingen die geringe Konvergenz der Geraden. Hier wie bei den entsprechenden Abbildungen der anderen Ventilationsgrößen gilt, daß Konvergenz der Geraden und Schnittpunkt der beiden Geraden auf der Ruhewertlinie Ausdruck dafür sind, daß die Erholungsphasen nach beiden Läufen streng den gleichen Gesetzmäßigkeiten unterliegen. Dahingegen gestattet die Betrachtung des Abstandes der eingetragenen Werte von der Ruhewertlinie Rückschlüsse über die Schnelligkeit der Normalisierung der verschiedenen Größen. Ganz allgemein ist zu sagen, daß die Werte der ersten 3 Erholungsminuten stets sehr schnell absinken, d.h. sich der Ruhewertlinie nähern, während die Werte der folgenden Minuten verschieden stark abfallen. So ist zum Beispiel aus Abbildung 4a zu ersehen, daß besonders die Werte der Atemvolumina sehr schnell abfallen und sogar bis unter die Ruhewertlinie sinken.

Abbildung 4: Prozentuale Abnahme des a.) Atemvolumens (Abzisse: Atemvolumen in Prozent der letzten Laufminute; Ordinate: Atemvolumen in ml) und des b.) Differenzatemvolumens aus Belastungs- und Ru-
atemvolumen (Abzisse: Minuten der Erholungsphase;
Ordinate: Differenzatemvolumen in Prozent der letz-
ten Laufminute) in der Erholungsphase nach 4 -
(- - - -), bzw. 35 bis 42 minütigem (—) Lauf im Schein-steady-state.



4. Sauerstoffaufnahme

Als sehr interessant erweist sich die Betrachtung der O_2 -Aufnahme, da ihre Konstanz nach der zu Anfang gegebenen steady-state Definition von HOLLMANN (29) neben der Konstanz von AMV und nur langsam steigender Herzfrequenz wichtigstes Kriterium für das Vorliegen eines Schein-steady-state ist.

Der von uns gefundene Ruhewert der O_2 -Aufnahme stimmt mit 316 ml weitgehend mit den Werten anderer Autoren überein (Tabelle 13). Extremwerte weisen Vp 8 mit 403 ml und Vp 7 mit 250 ml auf. Die mittlere Streuung von ± 48 ml entspricht ziemlich genau der von KIRCHHOFF, REINDELL und GEBAUER (37) angegebenen Streuung von 39 ml.

Autoren		O_2 -Aufnahme (in ml)
BOLT, KNIPPING, VALENTIN, VENRATH	1956	260 bis 300
KIRCHHOFF, REINDELL, GEBAUER	1956	331 ± 39
HOLLMANN	1959	260 bis 300
HOLLMANN	1963	330
Eigene Ergebnisse	1965	316 ± 48

Tabelle 13: Vergleichende Betrachtung der Angaben über O_2 -Aufnahmen in Ruhe

In den ersten 2 Laufminuten steigt die mittlere O_2 -Aufnahme sehr schnell bis auf 2663 ml an, um dann in den folgenden Minuten nur noch langsam zuzunehmen. Mit 2803 ml bildet sie in der 8. Minute ein Maximum. Bis zur 10. Minute sinkt daraufhin die O_2 -Aufnahme wieder ab (2746 ml), steigt dann geringfügig an und erreicht zwischen 15. und 20. Minute ein konstantes Niveau von etwa 2800 ml (Tabelle 14). Die O_2 -Aufnahme weist also einen sehr gleichmäßigen Verlauf auf. Damit ist das wichtigste Kriterium für das Vorhandensein eines Schein-steady-state also erfüllt. Auch die Streuung zeigt sehr konstante Werte. Nach Werten um 350 ml in den ersten 3 Minuten verringert sich die Streuung auf Werte zwischen 250 und 300 ml in den restlichen 32 Minuten des Laufes.

Die geringste O_2 -Aufnahme in der 1. Minute besitzt Vp 10 (1165 ml), die größte Vp 5 (2446 ml). Die entsprechenden Extremwerte für die 10. Minute lauten 2027 (Vp 11) und 3198 (Vp 5). In der 35. Minute liegen die Werte zwischen 2304 ml (Vp 11) und 3262 ml (Vp 24). Die O_2 -Aufnahmewerte differieren zwischen den einzelnen Probanden also teilweise erheblich.

Laufminute	O ₂ -Aufnahme und Streuung (in ml)	
Ruhe	316	+ 48
1	1739	+ 351
2	2663	+ 365
3	2737	+ 335
4	2774	+ 302
5	2779	+ 300
6	2770	+ 281
7	2796	+ 303
8	2803	+ 232
9	2771	+ 286
10	2746	+ 287
15	2768	+ 257
20	2807	+ 265
25	2790	+ 246
30	2812	+ 282
35	2805	+ 264

Tabelle 14: Mittlere O₂-Aufnahme
von 23 Lang- und Mittelstrecklern
während eines 35 minütigen Trainings-
laufes im Schein-steady-state

Das schon beim AMV beschriebene Maximum der ersten Laufminuten wird bei der O₂-Aufnahme noch viel offensichtlicher. Mit Ausnahme der Vp 10 und 19 ist bei allen Probanden zwischen 2. und 8. Minute dieses Maximum zu beobachten. Wird der Mittelwert aller Versuchspersonen errechnet, so fällt das Maximum des Mittelwertes wie das von AMV und Atemfrequenz in die 8. Minute. Eine vergleichende Betrachtung der Differenzbeträge der O₂-Aufnahme zwischen den verschiedenen Maxima unserer Probanden und der 10. Minute auf der einen Seite sowie zwischen 10. Minute und 35. Minute auf der anderen Seite verdeutlicht die Existenz der Maxima (Tabelle 15). Im Mittel zeigt jeder Proband in den ersten Minuten ein O₂-Aufnahme-Maximum, das 187 ml über der O₂-Aufnahme der 10. Minute liegt. Die Differenz 10. - 35. Minute beträgt dahingegen lediglich 56 ml.

	O ₂ -A.Diff.zw. M _{ax} .u.10.Min. (in ml)	O ₂ -A.Diff.zw. 10.u.35.Min. (in ml)
Summe aller Vp	4285	1282
Mittelwert pro Vp	187	56

Tabelle 15: Differenzbeträge der O₂-Aufnahme zwischen Maximum der
O₂-Aufnahme und 10. Minute, sowie 10. und 35. Minute

Auf 68,9 % fällt die O_2 -Aufnahme in der 1. Minute der Erholung zurück. Dieser steile Abfall setzt sich in der 2. Minute fort (24,7 %). Von der 3. bis zur 20. Minute wird dieser Abfall immer geringer (Tabelle 16). In der 10. Minute liegt die O_2 -Aufnahme noch um 3,4 % der O_2 -Aufnahme der

Minuten nach Laufminute	O_2 -Aufnahme und Streuung in ml	O_2 -Aufnahme in Prozent der letz- ten Laufminute	O_2 -A.d.letzt.Laufmin.u.d. Efhol.ph.minus Ruhe- O_2 -A. in abs.Werten und Prozent	
letzte Laufminute	2825	100,00	2509	100,00
1	1947 $\pm$ 284	68,90	1631	65,00
2	699 $\pm$ 98	24,70	383	15,30
3	581 $\pm$ 152	20,60	265	10,60
4	464 $\pm$ 130	16,40	148	5,90
5	402 $\pm$ 121	14,20	86	3,40
10	401 $\pm$ 92	14,20	85	3,40
15	383 $\pm$ 80	13,60	67	2,70
20	365 $\pm$ 81	12,90	49	1,90

Tabelle 16: Absoluter und prozentualer Vergleich der O_2 -Aufnahme in der Erholung mit der O_2 -Aufnahme der letzten Laufminute nach 35 bis 42 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

Minuten nach Laufende	O_2 -Aufnahme und Streuung in ml	O_2 -Aufn.in Pro- zent der letz- ten Laufminute	O_2 -A.d.letzt.Laufmin.u.d. Efhol.ph.minus Ruhe- O_2 -A. in abs.Werten und Prozent	
3. Lauf- minute	3067	100,00	2751	100,00
1	2030	66,20	1714	62,30
2	714	23,30	398	14,50
3	492	16,00	176	6,30
4	464	15,10	148	5,40
5	371	12,10	55	2,00
10	349	11,40	33	1,20

Tabelle 17: Absoluter und prozentualer Vergleich der O_2 -Aufnahme in der Erholung mit der O_2 -Aufnahme der letzten Laufminute nach 4 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

letzten Laufminute über der O_2 -Aufnahme in Ruhe. 12 Probanden beobachteten wir bis zur 20. Minute. Bei ihnen registrierten wir eine Verringerung der O_2 -Aufnahme bis auf 365 ml in der 20. Minute. Das heißt, daß sie mit ihrer

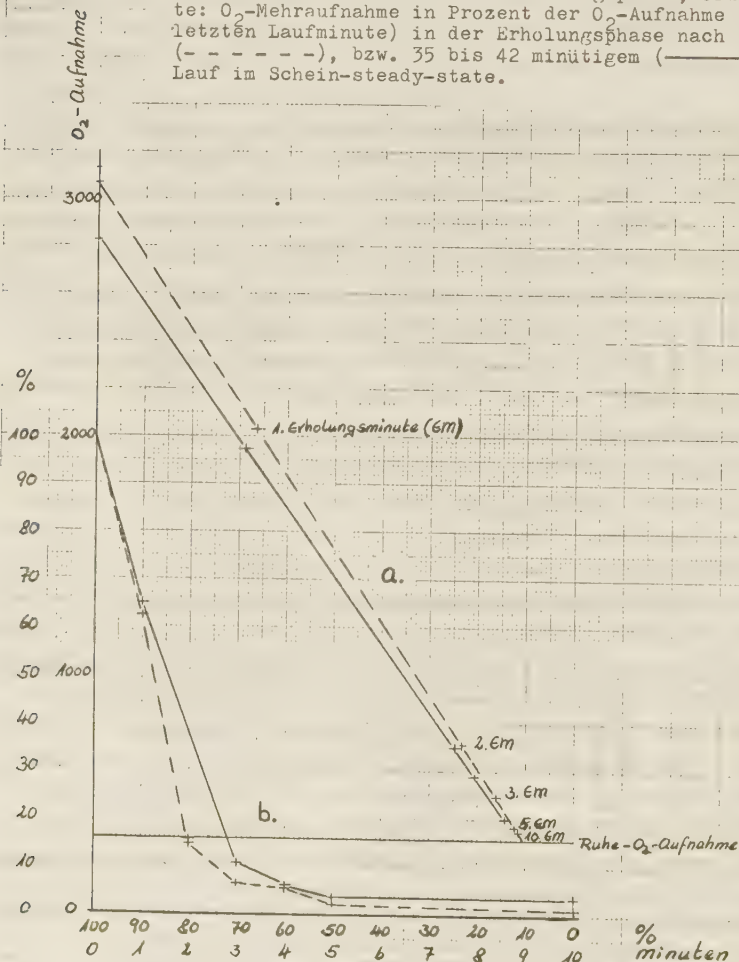
O_2 -Aufnahme zu diesem Zeitpunkt noch um 1,9 % der O_2 -Mehraufnahme der letzten Laufminute über dem Ruhewert liegen.

Ein Vergleich mit den Verhältnissen nach nur 4 minütigem Lauf bestätigt obige Ergebnisse lediglich bis zur 2. Minute. Im weiteren Verlauf der Erholungsphase normalisiert sich die O_2 -Aufnahme dahingegen sehr viel schneller. So ist sie in der 5. Minute schon auf 2 % der O_2 -Mehraufnahme der vorletzten Laufminute abgesunken. Dieser Wert wird nach 35 bis 42 minütiger Belastung erst in der 20. Minute erreicht. Zur Berechnung wurde nicht die O_2 -Aufnahme der 4. und letzten Laufminute benutzt, sondern die der 3. Laufminute, da eine exakte Bestimmung der O_2 -Aufnahme während der 4. Minute nicht möglich war. Während der 4. Minute des kurzen Testlaufes füllten wir bei allen Probanden die Sauerstoffglocke des Spirographen, um für die folgenden 20 Minuten der Erholungsphase eine konstante Aufzeichnung zu gewährleisten.

Abbildung 5a bestätigt auch für die O_2 -Aufnahme den linearen Abfall/der während Erholung. Abbildung 5b veranschaulicht den nahezu gleichmäßigen Abfall der O_2 -Mehraufnahme in den ersten beiden Minuten sowie die schnellere Normalisierung der O_2 -Aufnahme nach nur 4 minütigem Lauf.

Ganz besonders interessierte uns die Frage, wie sich die O_2 -Schuld nach 4 minütigem (Lauf 1), bzw. nach 35 bis 42 minütigem (Lauf 2) Lauf im Schein-steady-state verhält. Zu diesem Zweck wurde die O_2 -Schuld bei 12 Probanden sowohl während der ersten 10 Minuten als auch während aller aufgezeichneter Minuten der Erholungsphase bestimmt. Diese Unterteilung wurde getroffen, da die Dauer der registrierten Erholungsphasen bei den einzelnen Probanden zwischen 10 und 20 Minuten schwankte. Die mittlere O_2 -Schuld während 10 minütiger Erholung liegt nach Lauf 1 bei 2679 ml (Extremwerte: 1336 ml und 3935 ml) und nach Lauf 2 bei 3157 ml (Extremwerte: 1977 ml und 4250 ml). 84,9 % der O_2 -Schuld nach Lauf 2 sind also auch schon nach Lauf 1 vorhanden, d. h. die zusätzlichen 31 bis 38 Minuten des Laufes 2 bewirken lediglich eine Erhöhung der O_2 -Schuld um etwa 12 % von 2679 ml nach Lauf 1 auf 3157 ml nach Lauf 2 (Tabelle 18). Berücksichtigt man alle aufgezeichneten Minuten, so verringert sich die Höhe der O_2 -Schuld nach Lauf 1 gegenüber der nach Lauf 2 nur geringfügig auf 81,8 %. Allerdings streuen die gefundenen Einzelwerte sehr stark. Extremwerte liegen zwischen 65,5 % (Vp 2) und 114,1 % (Vp 15).

Abbildung 5: Prozentuale Abnahme der a.) O_2 -Aufnahme (Abzisse: O_2 -Aufnahme in Prozent der letzten Laufminute; Ordinate: O_2 -Aufnahme in ml) und der b.) O_2 -Mehraufnahme (Abzisse: Minuten der Erholungsphase; Ordinate: O_2 -Mehraufnahme in Prozent der O_2 -Aufnahme der letzten Laufminute) in der Erholungsphase nach 4 - (-----), bzw. 35 bis 42 minütigem (—) Lauf im Schein-steady-state.



Vp	<u>Spalte I</u>		<u>Spalte II</u>		Quotient (in Prozent) aus Spalte I	Quotient (in Prozent) aus Spalte II
	O ₂ -Schuld in 10 Min. Erhol. nach Lauf 1 u. Lauf 2		O ₂ -Schuld in gan-zer Erhol. nach Lauf 1 u. Lauf 2			
1	3935	3613	4616	5347	108,8	86,3
2	2005	3798	2798	4256	52,8	65,5
3	2121	2447	2459	2503	86,6	98,2
4	3510	3933	3950	5114	89,2	77,2
5	3293	3484	3359	3550	94,5	94,5
6	1894	2307	1952	2595	82,1	75,2
11	1336	1977	1106	1839	67,5	60,2
12	2972	3954	2972	3954	75,2	75,2
14	3973	4250	4177	4594	93,5	90,9
15	2309	2024	2309	2024	114,1	114,1
16	1942	2740	1847	2735	70,9	67,5
17	2858	3361	2979	3709	85,0	80,3

Tabelle 18: Vergleichende Betrachtung der O₂-Schuld in den Erholungsphasen nach 4 minütigem-(Lauf 1) und 35 bis 42 minütigem Lauf (Lauf 2) im Schein-steady-state

5. Atemäquivalent (AÄ)

Die Ruhewerte der AÄ unserer Probanden schwanken zwischen 21,0 (Vp 24) und 38,1 (Vp 16). Der Mittelwert aller liegt bei 28,9 (Tabelle 19). Während des

Autoren	AÄ und Streuung	
ANTHONY	1930	29,0 (23,0 bis 37,0)
KNIPPING und MONCRIEFT	1932	24,4 (16,8 bis 37,0)
KALTREIDER und MAC CANN	1937	24,0 (18,3 bis 39,8)
MAC MICHAEL	1939	24,9 (± 4,0)
MATTHESON und GRAY	1950	25,1 (± 3,0)
HAAB und FLEISCH	1956	24,4 (± 2,0)
KIRCHHOFF, REINDELL, GEBAUER	1956	23,2 (± 3,3)
BOLT, KNIPPING, VALENTIN, VENRATH	1956	um 30,0
HOLLMANN	1959	15 bis 30
MELLEROWICZ und NOWACKI (stehend)	1961	27,0 (± 2,3)
HOLLMANN	1963	23
Eigene Ergebnisse	1965	28,9 (± 4,9)

Tabelle 19: Vergleichende Betrachtung von Angaben über Atemäquivalente in Ruhe

Laufes engt sich der Streubereich des AÄ jedoch stark ein. Nach 25,9 (Extremwerte: 14,8 und 42,5) in der 1., 23,4 (Extremwerte: 18,7 und 32,0) in der 2. und 23,0 (Extremwerte: 19,6 und 27,6) in der 3. Minute bringt die 4. Minute mit 22,9 (Extremwerte: 18,7 und 27,3) ein Minimum, und zwar

Laufminute	AÄ und Streuung
Ruhe	28,9 $\pm$ 4,9
1	25,9 $\pm$ 6,4
2	23,4 $\pm$ 3,1
3	23,0 $\pm$ 2,2
4	22,9 $\pm$ 1,8
5	23,1 $\pm$ 2,0
6	23,6 $\pm$ 1,8
7	23,5 $\pm$ 2,0
8	23,8 $\pm$ 1,9
9	24,0 $\pm$ 1,9
10	24,1 $\pm$ 2,0
15	24,7 $\pm$ 2,4
20	25,0 $\pm$ 2,2
25	25,3 $\pm$ 2,3
30	25,7 $\pm$ 3,1
35	25,9 $\pm$ 3,2

Tabelle 20: Mittleres AÄ von 23 Lang- und Mittelstrecklern während eines 35 bis 42 minütigen Laufes im Schein-steady-state

sowohl bezüglich des absoluten Wertes als auch der Streuung. Bis Ende des Laufes steigen AÄ und Streuung wieder bis auf 25,9 $\pm$ 3,2 an (Tabelle 20). Eine weitere Betrachtung der Extremwerte für 10. (20,5 und 27,9), 20. (21,9 und 30,6), 25. (21,8 und 30,6), 30. (21,8 und 31,3) und 35. Minute (21,3 und 35,2) ergibt, daß schon ab 20. Minute einzelne Probanden AÄ-Werte erreichen, die über 30,0 liegen (Vp 11, 16 und 17). Vp 13, mit 46,5 sec einer der besten Deutschen 400 m Läufer, besitzt sogar schon seit der 6. Laufminute konstant ein AÄ von über 30,0. Den konstantesten Verlauf des AÄ weisen die Vp auf, die in Wettkampf und Training die längsten Strecken laufen (Vp 3, 5, 6, 7, 10, 15 und 24).

In der Erholungsphase zeigt sich ein sehr deutlicher und plötzlicher Abfall des AÄ auf 19,5 $\pm$ 2,6 in der 1. Minute, dem in der folgenden Minute ein eben so plötzlicher Anstieg auf 27,3 $\pm$ 5,9 folgt (Tabelle 21). Ab 5. Minute spielt sich das AÄ auf Werte ein, die zwischen 25,0 und 28,0 liegen. Die Werte für die Streuung liegen etwa 2 bis 3 mal so hoch wie während des Laufes.

Minuten nach Laufende	ÄÄ und Streuung
35. Lauf- minute	25,9 $\pm$ 3,2
1	19,5 $\pm$ 2,6
2	27,3 $\pm$ 5,9
3	25,9 $\pm$ 6,8
4	32,9 $\pm$ 11,2
5	27,6 $\pm$ 7,6
10	25,2 $\pm$ 6,0
15	27,7 $\pm$ 5,0
20	27,6 $\pm$ 7,4

Tabelle 21: Mittleres ÄÄ nach 35 bis 42
minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

6. Herzfrequenz

Das Verhalten von Herzfrequenz und Sauerstoffpuls soll in dieser Arbeit nur kurz und zu Vergleichszwecken besprochen werden, da beide von KINDERMANN (36) gesondert beschrieben wurden.

Bei Bestimmung des Mittelwertes der Ruhe-Herzfrequenz erwies es sich als erforderlich, eine getrennte Bestimmung unserer beiden Leistungsgruppen vorzunehmen. Gruppe I (Vp 1 bis 10) besitzt eine mittlere Ruhefrequenz von 47 Schlägen pro Minute, Gruppe II (Vp 11 bis 24) eine solche von 57. Die leistungstärkere Gruppe I, die sehr viel mehr, länger und intensiver trainiert, besitzt also eine um 10 Schläge pro Minute geringere Frequenz als die leistungsschwächere Gruppe II. Der Ruhe-Mittelwert beider Gruppen zusammen beträgt $53,5 \pm 7,4$.

Während des Laufes steigt die Frequenz schon während der 1. Minute von 53,4 auf 141,0 Schläge pro Minute an. Danach nimmt sie bis zur 35. Minute nur noch um durchschnittlich 0,57 Schläge pro Minute zu (Tabelle 22). Diese langsamere Zunahme kann jedoch nochmals in eine schnellere erste und in eine langsamere zweite Phase unterteilt werden. Die erste Phase dauert bis zur 7. Minute, die zweite von der 7. bis zur 35. Minute. Bis zur 7. Minute nimmt die Frequenz noch um 1,39 Schläge pro Minute zu, von der 7. bis zur 35. Minute dahingegen nur noch um 0,35 Schläge pro Minute. Die Streuung spielt sich ab 5. Minute auf Werte zwischen 12,0 und 13,5 ein.

Laufminute Herzfrequenz und
Streuung

Ruhe 53,5 ± 7,4

1	141,0 ± 18,2
2	143,9 ± 15,1
3	144,9 ± 14,0
4	146,4 ± 14,8
5	147,6 ± 13,3
6	149,7 ± 13,1
7	150,7 ± 12,6
8	151,4 ± 12,5
9	151,9 ± 12,1
10	152,1 ± 12,3
15	153,9 ± 12,8
20	155,4 ± 13,1
25	157,1 ± 13,2
30	158,6 ± 13,6
35	160,5 ± 13,3

Tabelle 22: Mittlere Herzfrequenz von 23 Lang- und Mittelstrecklern während eines 35 bis 42 minütigen Trainingslaufes im Schein-steady-state

In der 1. Minute der Erholungsphase sinkt die Herzfrequenz zwar um 22,5 %, ihr Abfall in den folgenden Minuten ist jedoch nur noch sehr gering. Bis zur 10. Minute beträgt ihre Abnahme nur 39,5 %, d. h. sie liegt zu diesem Zeitpunkt noch um 43,8 Schläge pro Minute (entsprechend 41,0 % der Differenzfrequenz der letzten Laufminute) über dem Ruhewert der Herzfrequenz von 53,5 (Tabelle 23).

Minuten nach Laufende	Herzfrequenz und Streuung	Herzfr. in Proz.d.letzten Laufmin.	Herzfr.d.letztl.Laufmin.u.d. Erhol.ph.minus Ruhefrequenz in abs.Werten und Prozent	
letzte Laufmin.	160,8	100,00	107,3	100,00
1	124,5 ± 16,5	77,50	71,0	66,50
2	118,2 ± 16,5	74,00	64,7	60,50
3	112,8 ± 15,9	71,00	59,3	55,50
4	109,4 ± 16,5	68,50	55,9	52,20
5	106,1 ± 15,4	66,00	52,6	49,30
10	97,3 ± 14,6	60,50	43,8	41,00

Tabelle 23: Absoluter und prozentualer Vergleich der mittleren Herzfrequenz in der Erholungsphase mit der mittleren Herzfrequenz der letzten Laufminute nach 35 bis 42 minütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

7. Sauerstoffpuls

Der Mittelwert des Sauerstoffpulses in Ruhe lag bei unseren Probanden bei $5,3 \pm 0,46$ (Tabelle 24).

Autoren		<u>Sauerstoffpuls</u>	
		Normalpersonen	Sportler
HOLLMANN	1959	4,0	5,5
REINDELL	1962	$4,06 \pm 1,26$	$5,42 \pm 1,05$
HOLLMANN	1963	4,3	5,0
Eigene Ergebnisse	1965	----	$5,3 \pm 0,46$

Tabelle 24: Vergleichende Betrachtung einiger Angaben über den Ruhe-Sauerstoffpuls von Normalpersonen und Sportlern

Laufminute	O ₂ -Puls und Streuung
Ruhe	$5,3 \pm 0,46$
1	$12,6 \pm 3,1$
2	$18,6 \pm 2,5$
3	$19,2 \pm 2,5$
4	$19,2 \pm 2,3$
5	$19,1 \pm 2,4$
6	$18,8 \pm 2,4$
7	$18,7 \pm 2,2$
8	$18,8 \pm 2,3$
9	$18,4 \pm 2,2$
10	$18,2 \pm 2,2$
15	$18,2 \pm 1,8$
20	$18,1 \pm 2,2$
25	$17,9 \pm 2,0$
30	$17,8 \pm 2,1$
35	$17,7 \pm 2,0$

Tabelle 25: Mittlerer Sauerstoffpuls während eines 35 bis 42 minütigen Trainingslaufes im Schein-steady-state

Während des Laufes steigt der Sauerstoffpuls sehr schnell bis zur 2. Minute (18,6) an, erreicht zwischen 3. und 4. Minute ein Maximum (19,2) und fällt dann wieder langsam aber kontinuierlich bis zur 35. Minute ab (Tabelle 25). Extremwerte des Maximums liegen bei 25,3 (Vp 2), 23,9 (Vp 20), 22,4 (Vp 7) und 21,8 (Vp 23), sowie bei 15,9 (Vp 21), 16,2 (Vp 19), 16,8 (Vp 11) und 17,0 (Vp 13).

In der 1. Minute der Erholungsphase verändert sich der Sauerstoffpuls kaum. Mit 16,0 liegt er nur um 9,6 % unter dem Wert der letzten Laufminute. Den stärksten Abfall verzeichnet er in der 2. Minute, in der er von 86,2 % des Differenz-O₂-Pulses der letzten Laufminute auf 3,2 % abfällt (Tabelle 26). Schon in der 3. Minute sinkt der Sauerstoffpuls mit 5,2 unter den Ruhewert von 5,3. Bis zur 10. Minute fällt er sogar noch weiter bis auf Werte um 4,0.

Minuten nach Laufende	O ₂ -Puls und Streuung	O ₂ -Puls in Pro- zent d.letzten Laufminute	O ₂ -P.d.letztl.Laufmin.u.d. Efhol.ph.minus Ruhe-O ₂ -P. in abs.Werten und Prozent	
letzte Laufmin.	17,7 ± 2,0	100,00	12,4	100,00
1	16,0 ± 2,3	90,40	10,7	86,20
2	5,7 ± 0,8	32,20	0,4	3,20
3	5,2 ± 1,4	29,40	- 0,2	- 1,60
4	4,1 ± 1,1	23,20	- 1,2	- 9,70
5	4,0 ± 0,9	22,60	- 1,3	-10,50
10	4,2 ± 1,2	23,70	- 1,1	- 8,90

Tabelle 26: Absoluter und prozentualer Vergleich des mittleren Sauerstoffpulses in der Erholungsphase mit dem mittleren Sauerstoffpuls der letzten Laufminute nach 35 bis 42 mi-
nütigem Trainingslauf im Schein-steady-state

8. Sportanamnesen und Versuchsergebnisse

Vp 1:

A.I., 32 Jahre, 163 cm, 59 kg

Absolute Bestzeiten: 1:50,4; 2:30,0; 3:48,8; 8:08,6; 13:53,6;
29:54,0; 2:42:00,0; 3000 Hi 8:45,6

Bestzeiten 1965: 2:30,0; 3:48,8; 8:08,6; 13:53,6; 8:50,2

Sportliche Erfolge: Länderkampf (Ldkpf), DM 1964 über 3000 Hi,
mehrfacher Norddeutscher und Niedersachsen-
meister

Im Training seit 1953. Zwischen 1953 und 1958 4 mal pro Woche trainiert
(3x Intervall, 1x lang). Ab 1958 7 maliges Training pro Woche (2-3x Intervall,
3-4x lang). Seit 1962 nur noch lang trainiert (20 bis 30 km Läufe). Dazu
im Winter 2 mal pro Woche Skilangläufe von 15 bis 50 km.

Trainingszustand zum Zeitpunkt der Untersuchung (momentan): Normales
Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	257	7.70	43	9	0.85	29.9	5.1	0.0
1	2470	56.70	150	31	1.83	22.9	16.6	3.8
2	3483	114.80	156	47	2.33	29.1	22,3	
3	3758	114.50	157	50	2.24	27.0	23.9	
4	----	111.50	152	53	2.10	----	----	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 1	2110	45.30	---	25	1.89	21.5	----	0.0
+ 2	732	24.40	---	22	1.10	33.3	----	
+ 3	917	20.20	---	17	1.18	22.0	----	
+ 4	366	14.20	---	15	0.94	38.7	----	
+ 5	366	15.30	---	17	0.90	41.8	----	
+ 6	366	12.80	---	19	0.67	34.9	----	
+ 7	366	10.50	---	20	0.53	28.7	----	
+ 8	321	12.25	---	21	0.58	38.2	----	
+ 9	366	11.00	---	17	0.65	30.0	----	
+10	595	10.70	---	22	0.48	17.9	----	
+11	275	9.30	---	20	0.46	----	----	
+12	412	9.35	---	19	0.49	----	----	
+13	366	9.35	---	24	0.39	----	----	
+14	275	8.70	---	17	0.52	----	----	
+15	366	8.55	---	20	0.43	----	----	
+16	412	9.45	---	15	0.63	----	----	
+17	275	9.15	---	16	0.57	----	----	
+18	275	8.80	---	13	0.67	----	----	
+19	366	8.40	---	14	0.61	----	----	
+20	229	8.10	---	14	0.57	----	----	
1	2072	41.45	153	23	1.79	20.0	13.5	3.8
2	2979	73.00	159	34	2.14	24.5	18.6	
3	3116	72.30	156	35	2.08	23.2	20.0	
4	3071	69.40	157	34	2.06	22.6	19.6	
5	2933	69.10	158	35	1.97	23.6	18.6	
6	2887	70.05	162	39	1.79	24.3	17.8	
7	2887	69.90	162	40	1.75	24.2	17.8	
8	2933	70.40	162	42	1.67	24.0	18.1	
9	2933	67.00	162	35	1.91	22.9	18.1	
10	2887	67.15	162	36	1.86	23.2	17.8	
11	2887	67.80	162	38	1.79	23.5	17.8	
12	2887	70.05	163	39	1.80	24.3	17.7	
13	2933	70.75	163	37	1.91	24.1	18.0	
14	2933	74.25	164	42	1.77	25.3	17.9	
15	2841	73.45	164	42	1.75	25.9	17.3	
16	2841	72.10	164	40	1.81	25.5	17.3	
17	2841	73.90	163	43	1.72	26.0	17.5	
18	2933	72.80	164	43	1.69	24.8	17.8	
19	2841	72.30	163	42	1.73	25.5	17.5	
20	2979	73.35	164	45	1.64	24.6	18.2	
21	2933	74.60	164	44	1.69	25.4	17.8	
22	2841	73.95	165	44	1.68	26.0	17.2	
23	2887	70.70	165	42	1.68	24.5	17.5	
24	2887	71.40	164	43	1.66	24.8	17.6	
25	2887	74.70	165	46	1.63	25.8	17.5	
26	2841	75.05	165	45	1.66	26.4	17.2	
27	2841	74.90	165	47	1.59	26.3	17.2	
28	2887	71.70	166	41	1.75	24.9	17.4	
29	2933	75.75	166	45	1.68	25.8	17.7	
30	2933	72.70	166	45	1.62	24.8	17.7	
31	2887	72.35	166	45	1.61	25.1	17.4	
32	2841	73.15	167	43	1.70	25.8	17.0	
33	2933	73.80	167	46	1.61	25.2	17.6	
34	2933	72.45	166	44	1.65	24.7	17.7	
35	2933	73.90	166	46	1.61	25.2	17.7	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
36	2933	74.30	167	42	1.77	25.3	17.6	3.8
37	2933	78.05	167	44	1.77	26.6	17.6	
38	2933	78.00	168	46	1.69	26.6	17.5	
39	2933	78.65	167	47	1.67	26.8	17.6	
40	2933	76.50	168	46	1.66	26.1	17.5	
41	2933	77.00	168	46	1.67	26.2	17.5	
+ 1	1696	38.00	126	22	1.73	22.4	13.5	0.0
+ 2	640	18.45	119	20	0.92	28.8	5.4	
+ 3	822	15.40	108	15	1.02	18.7	7.6	
+ 4	183	13.50	103	15	0.90	74.0	1.6	
+ 5	549	13.90	96	15	0.93	25.2	5.5	
+ 6	456	11.90	98	14	0.85	25.9	4.6	
+ 7	456	12.50	95	18	0.70	27.3	4.8	
+ 8	366	12.70	--	18	0.71	34.6	---	
+ 9	641	13.65	--	16	0.85	21.3	---	
+10	366	12.65	--	13	0.98	34.5	---	
+11	366	10.85	--	13	0.83	----	---	
+12	456	12.40	--	14	0.89	----	---	
+13	456	10.25	--	13	0.79	----	---	
+14	456	11.90	--	13	0.92	----	---	
+15	366	10.70	--	15	0.71	----	---	
+ 16	366	12.45	--	15	0.83	----	---	
+17	456	11.65	--	15	0.77	----	---	
+18	366	10.10	--	15	0.67	----	---	
+19	549	11.65	--	18	0.65	----	---	
+20	456	10.25	--	17	0.60	----	---	

Vp 2:

K.-H.P., 30 Jahre, 172 cm, 68 kg

Abs. Bestzeiten: 2:02,0; 2:35,2; 3:56,8; 8:16,0; 14:23,6; 29:50,2;
2:29:32,0; 30 km 1:38:31,8

Bestzeiten 1965: 8:27,6; 14:40,0; 30:24,0; 2:33:51,6

Sportl. Erfolge: Ldkpf., Deutscher Rekord über 30 km, 12 Plazierungen
auf Deutschen Meisterschaften, 5 Nord.Mschft., 29 Hamburger Meister-
schaften

Im Training seit 1953. Früher 7 mal, heute nur noch 4 mal pro Woche
trainiert, und zwar 3 mal Langläufe (17 bis 18 km pro Stunde) und
1 mal Intervalle (je 10 mal 200 und 400 m mit 200 m Laufpausen).

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -F	m/sec
Ruhe	318	9.20	51	16	0.60	28.9	5.3	0.0
1	1895	38.50	118	23	1.67	20.3	16.1	3.8
2	3225	63.75	122	26	2.45	19.8	26.4	
3	3352	68.30	126	28	2.45	20.4	26.5	
4	----	66.90	126	30	2.24	----	----	
+ 1	2000	34.95	---	23	1.52	17.5	----	0.0
+ 2	591	23.90	---	19	1.26	40.5	----	
+ 3	410	12.75	---	16	0.80	31.1	----	
+ 4	528	12.35	---	17	0.73	23.4	----	
+ 5	292	12.75	---	17	0.75	43.7	----	
+ 6	255	-----	---	20	-----	----	----	
+ 7	382	-----	---	18	-----	----	----	
+ 8	273	-----	---	16	-----	----	----	
+ 9	227	-----	---	17	-----	----	----	
+10	227	12.15	---	19	0.64	53.5	----	
+11	528	-----	---	17	-----	----	----	
+12	209	-----	---	18	-----	----	----	
+13	1080	-----	---	17	-----	----	----	
+14	364	-----	---	15	-----	----	----	
+15	45	10.70	---	19	0.56	----	----	
+16	455	-----	---	19	-----	----	----	
+17	255	-----	---	18	-----	----	----	
+18	473	-----	---	17	-----	----	----	
+19	246	-----	---	15	-----	----	----	
+20	---	9.20	---	17	0.54	----	----	
1	1913	39.00	118	22	1.77	20.4	16.2	3.8
2	3133	60.75	124	28	2.18	19.4	25.3	
3	3206	65.60	127	30	2.19	20.4	25.2	
4	3097	70.90	127	31	2.30	22.9	24.4	
5	3179	71.15	127	31	2.31	22.4	25.0	
6	3261	71.75	129	32	2.25	21.9	25.3	
7	3161	72.45	131	30	2.43	22.9	24.1	
8	3270	74.50	132	35	2.12	22.8	24.8	
9	3225	75.50	133	35	2.16	23.4	24.3	
10	3170	78.30	134	37	2.11	24.7	23.7	
11	3270	78.05	135	36	2.17	23.9	24.2	
12	3460	75.10	136	35	2.15	21.7	25.6	
13	3316	80.15	137	40	2.01	24.2	24.2	
14	3197	83.05	137	42	1.99	26.0	23.4	
15	3088	83.70	136	42	2.00	27.1	22.8	
16	3215	80.75	137	36	2.24	25.2	23.5	
17	3297	80.65	137	40	2.22	24.4	24.1	
18	3334	76.60	137	37	2.08	23.0	24.3	
19	3352	76.10	137	38	2.01	22.7	24.5	
20	3352	80.30	137	39	2.07	24.0	24.1	
21	3197	82.40	138	42	1.96	25.8	23.2	
22	3197	80.70	137	41	1.96	25.2	23.3	
23	3197	82.00	138	44	1.86	25.8	23.0	
24	3161	81.95	137	38	2.15	25.9	23.1	
25	3143	82.10	139	43	1.91	26.1	22.6	
26	3325	83.00	140	44	1.89	25.0	23.8	
27	3307	84.45	140	43	1.96	25.5	23.6	
28	3288	83.75	141	42	1.99	25.5	23.3	
29	3316	82.50	141	41	2.01	24.9	23.5	
30	3052	82.05	141	40	2.05	26.8	21.7	

Min	O ₂ -A	AMV	H.F.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
31	3369	80.85	143	39	2.07	24.0	23.6	3.8
32	3297	80.25	143	43	1.87	24.4	23.0	
33	3206	83.30	143	43	1.94	25.9	22.4	
34	3206	84.10	143	42	2.00	26.2	22.4	
35	3206	83.95	143	43	1.95	26.2	22.4	
+	1	2391	42.90	107	18	2.38	18.0	22.3
+	2	683	20.00	102	13	1.54	29.3	6.7
+	3	456	15.00	101	11	1.36	33.0	4.5
+	4	502	11.60	99	10	1.16	23.2	5.1
+	5	319	12.60	98	13	0.97	39.5	3.3
+	6	502	15.00	95	18	0.83	30.0	5.3
+	7	820	15.90	89	16	0.99	19.5	9.2
+	8	456	11.25	87	19	0.60	24.7	5.2
+	9	410	10.30	86	8	1.29	25.1	4.8
+	10	456	13.50	83	10	1.35	29.6	5.5
+	11	456	8.85	82	15	0.60	----	5.6
+	12	364	10.55	81	12	0.88	----	4.5
+	13	227	8.70	--	14	0.62	----	---
+	14	637	12.75	--	17	0.75	----	---
+	15	456	12.25	--	21	0.59	----	---
+	16	227	11.00	--	17	0.65	----	---
+	17	410	10.90	--	20	0.55	----	---
+	18	227	11.70	--	12	1.05	----	---
+	19	318	10.90	--	16	0.69	----	---
+	20	456	7.75	--	15	0.52	----	---
+	21	410	11.65	--	22	0.58	----	---

Vp 3:

H.A., 37 Jahre, 168 cm, 59 kg

Abs. Bestzeiten: 31:47.0; 2:28:47.0

Bestzeiten 1965: 32:29.0; 2:32:23.0

Sportl. Erfolge: 6 Ldkpf., 4 Deutsche Marathon Mannschaftsmeisterschaften, 8 Plazierungen auf Deutschen Meisterschaften, 14 Niedersachsen Meisterschaften

Im Training seit 1955. Vorher sportliche Betätigung im Fußball und Boxen. Bis 1962 Intervalltraining. Seit 1962 7mal pro Woche Langlauftraining (30 km).

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	268	8.80	38	20	0.45	32.7	5.6	0.0
1	1505	31.70	98	25	1.27	21.0	15.7	2.6
2	2211	49.50	117	32	1.55	22.4	18.9	3.8
3	2493	57.05	121	32	1.79	22.9	20.1	
4	----	58.85	123	34	1.74	----	----	
+	1	1790	32.00	---	21	1.53	17.9	----
+	2	564	15.70	---	21	0.75	27.8	----
+	3	189	11.50	---	20	0.56	60.6	----
+	4	518	12.15	---	22	0.52	23.4	----
+	5	329	9.85	---	20	0.49	29.9	----
+	6	282	9.90	---	22	0.50	35.1	----
+	7	189	-----	---	20	----	----	----
+	8	376	-----	---	20	----	----	----
+	9	282	-----	---	22	----	----	----
+	10	282	-----	---	21	----	----	----

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 11	376	10.65	---	20	0.52	----	----	0.0
+ 12	376	-----	---	21	-----	----	----	
+ 13	376	-----	---	19	-----	----	----	
+ 14	282	9.75	---	20	0.49	----	----	
1	1355	30.20	118	23	1.31	22.3	11.5	3.8
2	2681	61.00	124	33	1.85	22.7	21.5	
3	2578	66.30	128	36	1.85	25.7	20.1	
4	2521	64.25	128	37	1.75	25.5	19.7	
5	2540	62.20	128	37	1.68	24.5	19.8	
6	2578	60.80	130	36	1.69	23.6	19.8	
7	2615	63.75	131	37	1.72	24.4	20.0	
8	2634	65.10	131	37	1.76	24.7	20.1	
9	2587	66.00	131	40	1.65	26.5	19.7	
10	2587	65.00	132	40	1.62	25.2	19.6	
11	2540	64.65	132	38	1.70	25.5	19.2	
12	2634	65.10	134	37	1.76	24.8	19.7	
13	2681	64.20	136	37	1.74	24.0	19.7	
14	2728	64.90	136	38	1.70	23.8	20.0	
15	2587	66.50	136	41	1.62	25.7	19.0	
16	2450	67.35	137	38	1.78	27.5	17.9	
17	2634	66.90	137	36	1.86	25.4	19.2	
18	2775	68.65	136	39	1.76	24.7	20.4	
19	2681	67.00	136	40	1.68	25.0	19.7	
20	2728	67.05	136	39	1.72	24.6	20.0	
21	2681	67.90	136	41	1.65	25.3	19.7	
22	2634	65.50	136	38	1.73	24.9	19.4	
23	2681	67.55	137	39	1.73	25.1	19.6	
24	2681	66.75	137	38	1.75	24.8	19.6	
25	2681	68.15	138	40	1.71	25.4	19.4	
26	2681	66.85	139	39	1.72	24.9	19.3	
27	2634	69.90	139	42	1.66	26.5	19.0	
28	2587	68.20	138	40	1.70	26.4	18.7	
29	2820	68.25	138	40	1.70	24.2	20.4	
30	2728	65.25	137	36	1.82	24.0	19.9	
31	2681	65.80	137	36	1.83	24.5	19.6	
32	2634	64.80	138	38	1.70	24.6	19.1	
33	2634	65.85	138	40	1.65	25.0	19.1	
34	2587	62.65	138	36	1.74	24.2	18.7	
35	2775	65.90	138	38	1.74	23.8	20.1	
36	2681	65.15	139	38	1.72	24.3	19.3	
37	2493	63.00	140	38	1.66	25.3	17.8	
38	2540	68.40	139	41	1.67	26.9	18.3	
39	2540	64.15	140	38	1.69	25.4	18.1	
40	2587	65.10	140	38	1.72	25.2	18.5	
+ 1	1692	31.30	99	21	1.49	19.7	17.1	0.0
+ 2	658	16.80	94	20	0.84	25.6	7.0	
+ 3	423	11.40	90	21	0.54	26.9	4.7	
+ 4	423	11.10	83	23	0.48	26.2	5.1	
+ 5	282	8.80	82	20	0.44	31.2	3.4	
+ 6	376	10.40	81	21	0.49	27.6	4.6	
+ 7	282	10.55	79	22	0.48	37.5	3.6	
+ 8	329	9.70	79	20	0.48	29.5	4.2	
+ 9	329	9.80	77	20	0.49	29.8	4.3	
+ 10	329	9.60	76	21	0.46	29.1	4.3	

	Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 11	282	8.00	76	18	0.45	----	----	3.7	o/o
+ 12	329	9.75	--	23	0.43	----	----	----	
+ 13	282	7.90	--	20	0.39	----	----	----	
+ 14	235	10.55	--	22	0.48	----	----	----	
+ 15	376	10.65	--	23	0.46	28.3	----	----	
+ 16	235	9.40	--	23	0.42	----	----	----	
+ 17	376	9.30	--	21	0.45	----	----	----	
+ 18	282	7.95	--	24	0.34	----	----	----	
+ 19	282	8.65	--	22	0.39	----	----	----	
+ 20	235	8.30	--	21	0.39	----	----	----	
+ 21	235	8.35	--	19	0.44	----	----	----	

Vp 4:

H.-P.M., 25 Jahre, 183 cm, 68 kg

Abs. Bestzeiten: 2:26,0; 3:47,4; 8:35,8; 14:51,4; 30:45,0

Bestzeiten 1965: 1:57,0; 8:35,8; 14:51,8; 30:45,0

Sportl. Erfolge: Hamburger Meister über 1500 m

Seit 1957 regelmäßig 6mal pro Woche trainiert, und zwar im Winter

20 km Läufe, 6x1000 m Tempoläufe und 15x400 m Intervalle, sowie

im Sommer 10x800 m Tempoläufe in 2:15,0 min

Momentan: Normales Training

	Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	250	7.50	47	18	0.42	30.0	4.7	o.o	
1	2452	48.50	153	31	1.56	19.8	16.0	2.5	
2	3368	91.90	157	44	2.08	27.3	21.5	3.0	
3	3618	104.00	159	48	2.16	27.8	22.8	3.8	
4	----	105.40	161	49	2.14	----	----		
+ 1	2220	47.20	----	29	1.63	21.3	----	o.o	
+ 2	647	20.20	----	25	0.81	31.2	----		
+ 3	462	13.85	----	24	0.57	30.0	----		
+ 4	462	13.85	----	22	0.63	30.0	----		
+ 5	462	13.65	----	22	0.62	29.5	----		
+ 6	370	11.90	----	22	0.54	32.1	----		
+ 7	370	-----	----	21	----	----	----		
+ 8	370	-----	----	18	----	----	----		
+ 9	370	-----	----	18	----	----	----		
+ 10	277	-----	----	18	----	----	----		
+ 11	370	10.30	----	19	0.54	27.8	----		
+ 12	277	-----	----	20	----	----	----		
+ 13	323	-----	----	18	----	----	----		
+ 14	277	-----	----	16	----	----	----		
+ 15	323	-----	----	16	----	----	----		
+ 16	370	9.70	----	15	0.65	----	----		
1	2063	47.15	149	32	1.47	22.7	13.8	3.8	
2	2683	75.00	152	39	1.92	28.0	17.7		
3	2961	67.50	150	36	1.87	22.8	19.7		
4	2914	65.90	148	35	1.86	22.6	19.7		
5	2882	61.50	149	33	1.86	21.3	19.3		
6	2882	64.95	149	34	1.91	22.5	19.3		
7	2859	65.25	151	34	1.92	22.8	19.0		
8	2780	65.90	152	37	1.79	23.6	18.3		
9	2905	70.60	152	38	1.85	24.3	19.0		
10	2979	70.40	152	38	1.85	23.6	19.6		

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
11	2914	70.70	152	40	1.77	24.3	19.2	3.8
12	2868	69.30	152	39	1.77	24.2	18.9	
13	2822	70.05	153	38	1.84	24.8	18.4	
14	2867	69.40	152	38	1.83	24.3	18.9	
15	2951	71.95	153	38	1.89	24.3	19.3	
16	2961	73.20	152	41	1.79	24.6	19.5	
17	2905	71.30	152	41	1.74	24.6	19.1	
18	2859	70.85	152	39	1.82	24.7	18.8	
19	2974	73.10	152	41	1.79	24.6	19.2	
20	2877	72.80	152	41	1.77	25.2	18.9	
21	2868	70.40	152	40	1.76	24.6	18.9	
22	2868	73.10	152	42	1.75	25.5	18.9	
23	2859	71.40	153	41	1.75	25.0	18.7	
24	2970	73.65	153	41	1.80	24.8	19.4	
25	2822	73.90	154	42	1.76	26.2	18.3	
26	2877	72.80	154	42	1.73	25.3	18.7	
27	2831	72.55	155	43	1.68	25.6	18.3	
28	2794	74.65	154	43	1.74	26.7	18.1	
29	3053	74.70	154	42	1.77	24.5	19.8	
30	2933	75.55	156	43	1.75	25.8	18.8	
31	2914	76.10	156	45	1.69	26.2	18.7	
32	2877	74.95	156	41	1.83	26.0	18.5	
33	2860	74.70	156	44	1.70	26.1	18.3	
34	2905	74.80	156	43	1.74	25.7	18.6	
35	2905	73.00	156	41	1.78	25.1	18.6	
+ 1	1794	41.60	125	29	1.44	23.2	14.4	0.0
+ 2	620	21.30	124	23	0.92	34.4	5.0	
+ 3	463	20.80	118	20	1.04	45.1	3.9	
+ 4	463	19.35	113	21	0.92	42.0	4.1	
+ 5	556	17.80	105	20	0.89	32.1	5.3	
+ 6	509	13.30	94	21	0.63	26.2	5.4	
+ 7	509	15.65	99	20	0.79	30.8	5.2	
+ 8	416	13.40	89	18	0.74	32.2	4.7	
+ 9	556	12.00	89	19	0.63	21.7	6.2	
+ 10	556	11.45	89	15	0.77	20.6	6.2	
+ 11	370	10.30	85	17	0.61	----	4.4	
+ 12	416	10.65	82	19	0.56	----	5.1	
+ 13	416	11.05	--	19	0.58	----	---	
+ 14	323	10.70	--	21	0.51	----	---	
+ 15	416	10.70	--	20	0.54	25.7	---	
+ 16	370	11.05	--	18	0.55	----	---	
+ 17	370	10.35	--	17	0.61	----	---	
+ 18	462	10.40	--	18	0.62	----	---	
+ 19	370	12.60	--	18	0.68	----	---	
+ 20	416	12.55	--	16	0.78	30.2	---	
+ 21	277	10.15	--	17	0.60	----	---	

Vp 5:

R.B., 27 Jahre, 172 cm, 63 kg

Abs. Bestzeiten: 33:53.0; 2:42:00.0

Bestzeiten 1965: 33:53.0; 2:53:00.0

Sportl. Erfolge: 2 Niedersachsen Mannschafts Meisterschaften.

Im Training seit 1963, und zwar 5mal pro Woche 15 bis 45 km
Läufe mit Tempoeinlagen von 800 bis 2500 m.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	310	6.95	52	17	0.40	22.4	5.1	0.0
1	1975	52.00	145	30	1.73	26.3	13.6	3.8
2	2916	75.75	150	34	2.23	26.1	19.4	
3	3339	81.10	151	35	2.32	23.9	22.1	
4	----	77.65	154	35	2.23	----	----	
+ 1	2350	45.60	---	26	1.83	19.5	----	0.0
+ 2	704	19.80	---	25	0.79	28.1	----	
+ 3	518	16.35	---	25	0.65	31.5	----	
+ 4	423	16.40	---	18	0.91	38.7	----	
+ 5	423	13.15	---	22	0.59	31.3	----	
+ 6	518	10.10	---	24	0.42	19.5	----	
+ 7	329	-----	---	21	-----	----	----	
+ 8	376	-----	---	19	-----	----	----	
+ 9	470	-----	---	22	-----	----	----	
+ 10	282	-----	---	21	-----	----	----	
+ 11	376	9.70	---	21	0.46	25.8	----	
1	2446	61.80	159	36	1.72	25.3	15.4	3.8
2	3057	82.50	162	41	2.00	26.9	18.9	
3	3245	80.40	161	40	2.00	24.8	20.2	
4	3329	80.30	160	40	2.00	24.2	20.9	
5	3290	83.25	160	42	1.98	25.3	20.6	
6	3198	77.50	161	42	1.85	24.2	19.9	
7	3198	78.50	165	42	1.87	24.5	19.4	
8	3198	77.30	165	40	1.94	24.2	19.4	
9	3151	76.80	165	40	1.93	24.4	19.1	
10	3198	76.20	164	41	1.86	23.8	19.5	
11	3198	76.55	165	42	1.83	24.0	19.4	
12	3198	72.15	165	35	2.06	22.6	19.4	
13	3151	71.85	165	38	1.89	22.8	19.1	
14	3104	77.05	165	40	1.93	24.8	18.8	
15	3151	82.75	165	43	1.93	26.2	19.1	
16	3151	82.30	165	43	1.92	26.1	19.1	
17	3151	82.55	166	41	2.00	26.2	19.0	
18	3198	81.25	167	41	1.98	25.5	19.1	
19	3198	80.95	167	40	2.03	25.3	19.1	
20	3290	80.95	166	44	1.85	24.6	19.8	
21	3245	80.00	167	42	1.90	24.6	19.4	
22	3198	82.75	167	45	1.84	25.9	19.1	
23	3198	83.40	168	47	1.77	26.1	19.0	
24	3198	83.20	170	43	1.94	26.0	18.8	
25	3198	81.25	170	44	1.85	25.4	18.8	
26	3198	81.50	171	44	1.85	25.5	18.7	
27	3198	80.35	170	42	1.92	25.1	18.8	
28	3198	82.45	170	43	1.92	25.8	18.8	
29	3245	81.20	170	45	1.80	25.0	19.1	
30	3245	83.25	170	45	1.85	25.7	19.1	
31	3198	82.35	171	44	1.87	25.7	18.7	
32	3198	80.40	170	44	1.83	25.2	18.8	
33	3198	79.80	171	41	1.95	25.0	18.7	
34	3245	80.35	171	43	1.87	24.8	19.0	
35	3198	82.50	172	46	1.79	25.8	18.6	
36	3198	81.00	172	43	1.89	25.4	18.6	

	Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+	1	2399	40.90	136	32	1.28	17.1	17.5	0.0
+	2	753	17.15	131	23	0.75	22.8	5.7	
+	3	564	11.00	124	19	0.58	19.5	4.5	
+	4	188	10.60	121	12	0.88	57.0	1.6	
+	5	517	8.55	116	7	1.22	16.5	4.5	
+	6	470	10.50	115	12	0.87	22.3	4.1	
+	7	517	9.75	114	24	0.40	18.8	4.5	
+	8	423	10.65	110	26	0.40	25.2	3.8	
+	9	282	8.65	109	23	0.38	30.7	2.6	
+	10	470	8.35	109	15	0.56	17.8	4.3	
+	11	376	9.85	109	24	0.41	26.2	3.5	
+	12	329	8.85	108	23	0.38	26.8	3.0	
+	13	282	8.45	109	20	0.41	30.0	2.6	
+	14	376	9.25	107	23	0.40	24.5	3.5	
+	15	282	7.35	106	16	0.45	26.1	2.6	
+	16	329	8.90	---	23	0.40	27.1	---	
+	17	282	8.45	---	27	0.30	30.0	---	
+	18	376	8.85	---	24	0.37	23.5	---	
+	19	235	7.45	---	21	0.36	31.6	---	
+	20	207	7.15	---	16	0.45	34.5	---	

Vp 6:

A.R., 28 Jahre, 176 cm, 59 kg

Abs. Bestzeiten: 8:59,8; 15:29,0; 32:23,2; 2:37:54,0

Bestzeiten 1965: 8:59,8; 15:29,0; 32:23,0; 2:37:54,0

Sportl. Erfolge: 1 Platzierung auf Deutschen Meisterschaften,

Niedersachsen Meister in Marathon Mannschaft.

Von 1951 bis 1960 geboxt. Seit 1961 3mal pro Woche 9 bis

13 km Läufe. Ab 1964 4 bis 6mal pro Woche trainiert, und

zwar 3mal 15 bis 25 km Läufe mit Fahrspiel und 2mal

Intervallläufe (12x1500 m oder 20x400 m).

Momentan: Normales Training

	Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe		294	6.85	54	13	0.55	23.3	4.9	0.0
1	1843	40.60	162	33	1.23	22.1	11.4	3.8	
2	2718	59.20	163	32	1.85	21.0	16.7		
3	2903	58.40	163	32	1.83	20.2	17.9		
4	----	58.20	163	33	1.78	----	----		
+	1	1890	28.00	---	20	1.39	14.8	----	0.0
+	2	460	12.75	---	14	0.90	27.7	----	
+	3	368	11.25	---	18	0.63	30.6	----	
+	4	368	8.95	---	15	0.60	24.3	----	
+	5	276	9.85	---	16	0.62	35.6	----	
+	6	322	10.80	---	18	0.61	33.5	----	
+	7	276	8.55	---	14	0.61	31.0	----	
+	8	368	7.80	---	13	0.60	21.2	----	
+	9	322	7.20	---	15	0.48	22.4	----	
+	10	184	7.85	---	15	0.54	42.5	----	
+	11	276	7.80	---	12	0.65	28.2	----	
+	12	322	7.20	---	13	0.55	22.4	----	
+	13	276	9.15	---	15	0.61	33.0	----	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 14	368	9.50	---	14	0.73	25.8	----	0.0
+ 15	276	11.00	---	16	0.68	39.7	----	
+ 16	322	7.90	---	15	0.53	24.6	----	
+ 17	276	7.50	---	14	0.54	27.1	----	
1	1843	38.95	162	32	1.22	21.1	11.4	3.8
2	2811	54.55	160	29	1.89	19.4	17.6	
3	2765	54.25	161	31	1.75	19.6	17.2	
4	2718	54.90	163	32	1.72	20.2	16.7	
5	2718	57.65	166	33	1.74	21.2	16.4	
6	2672	55.50	166	32	1.74	20.8	16.1	
7	2811	55.90	166	33	1.69	19.9	17.0	
8	2765	59.90	167	35	1.71	21.6	16.6	
9	2765	61.30	166	36	1.70	22.2	16.7	
10	2672	57.60	167	36	1.61	21.5	16.0	
11	2718	58.10	167	34	1.70	21.4	16.3	
12	2811	58.60	167	36	1.63	20.8	16.8	
13	2765	63.00	168	38	1.66	22.8	16.5	
14	2765	63.00	168	37	1.70	22.8	16.5	
15	2765	63.25	168	38	1.66	22.9	16.5	
16	2765	63.00	168	39	1.62	22.8	16.5	
17	2765	60.75	168	35	1.74	22.0	16.5	
18	2765	63.05	168	42	1.48	22.8	16.5	
19	2765	61.25	168	38	1.62	22.2	16.5	
20	2718	63.80	168	39	1.64	23.5	16.2	
21	2765	60.25	168	40	1.48	21.7	16.5	
22	2811	61.90	168	38	1.63	22.0	16.7	
23	2765	59.60	168	41	1.46	21.6	16.5	
24	2765	64.00	169	43	1.49	23.2	16.4	
25	2765	62.90	169	38	1.66	22.7	16.4	
26	2811	64.60	169	42	1.54	23.0	16.6	
27	2811	63.55	169	40	1.59	22.6	16.6	
28	2857	65.45	169	41	1.61	22.9	16.9	
29	2857	67.00	169	42	1.60	23.4	16.9	
30	2857	66.40	170	42	1.59	23.2	16.8	
31	2857	65.90	170	41	1.61	23.0	16.8	
32	2857	64.15	170	40	1.61	22.4	16.8	
33	2857	65.75	170	41	1.61	23.0	16.8	
34	2857	67.90	170	44	1.55	23.7	16.8	
35	2857	68.00	171	42	1.62	23.8	16.7	
36	2857	67.55	170	42	1.61	23.6	16.8	
37	2880	67.95	---	42	1.62	23.4	----	
38	2880	66.65	---	41	1.63	22.9	----	
39	2857	66.20	---	44	1.52	23.1	----	
40	2857	65.30	---	41	1.60	22.8	----	
+ 1	1935	30.25	132	20	1.52	15.6	14.6	0.0
+ 2	552	13.50	124	16	0.84	24.4	4.5	
+ 3	460	9.25	123	13	0.72	20.2	3.7	
+ 4	415	11.25	118	16	0.71	27.2	3.5	
+ 5	415	9.25	115	12	0.78	22.3	3.6	
+ 6	276	7.70	115	14	0.55	27.8	2.4	
+ 7	369	7.85	110	16	0.48	21.3	3.4	
+ 8	230	9.00	108	16	0.56	39.2	2.1	
+ 9	369	6.95	106	18	0.38	18.9	3.2	
+ 10	230	8.95	103	14	0.64	38.9	2.2	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 11	369	7.40	107	15	0.49	20.1	3.5	0.0
+ 12	415	8.15	106	16	0.51	19.7	3.9	
+ 13	276	8.20	---	14	0.58	29.7	---	
+ 14	322	7.05	---	16	0.44	22.0	---	
+ 15	276	7.90	---	16	0.48	28.6	---	
+ 16	322	8.70	---	11	0.79	27.0	---	
+ 17	369	7.45	---	13	0.57	20.2	---	
+ 18	322	7.90	---	16	0.49	24.6	---	
+ 19	184	7.55	---	17	0.45	40.9	---	
+ 20	322	7.90	---	12	0.66	24.6	---	
+ 21	276	7.05	---	14	0.51	25.5	---	
+ 22	322	7.70	---	17	0.45	23.9	---	
+ 23	369	7.35	---	13	0.56	19.9	---	
+ 24	184	7.85	---	14	0.55	42.7	---	
+ 25	230	8.20	---	17	0.48	35.7	---	

Vp 7:

W.F., 31 Jahre, 172 cm, 65 kg

Abs. Bestzeiten: 50,2; 1:53,0; 2:26,0; 3:49,4; 8:10,0;
14:02,0; 29:58,6; 2:33:21,0; 3000 Hl 8:49,0

Bestzeiten 1965: 8:22,0; 14:35,0; 29:58,6; 2:33:21,4

Sportl. Erfolge: Deutscher Meister über 3000 m Hindernis,
4 Platzierungen auf Deutschen Meisterschaft.,
Ldkpf.

Training seit 1951. Bis 19 62 vorwiegend Intervalle (200 und 400 m). Ab 1962 Übergang zu Langläufen, und zwar 20 bis 30 km Läufe 3 bis 4mal pro Woche. Dazu 1 bis 2mal pro Woche Intervalle oder Tempoläufe.

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	252	7.05	44	15	0.46	28.0	5.7	0.0
1	1191	52.45	128	31	1.69	44.1	9.3	3.0
2	2841	103.40	134	42	2.48	35.5	21.2	
3	3208	108.90	131	45	2.43	30.7	24.5	3.8
4	----	96.10	131	43	2.23	----	----	
+ 1	1830	33.70	---	23	1.47	18.4	----	0.0
+ 2	640	21.80	---	26	0.84	34.1	----	
+ 3	366	15.20	---	21	0.73	42.0	----	
+ 4	366	11.45	---	19	0.61	31.3	----	
+ 5	183	10.35	---	16	0.65	56.8	----	
+ 6	275	9.45	---	15	0.63	34.3	----	
+ 7	92	9.55	---	13	0.74	104.0	----	
+ 8	92	8.45	---	19	0.45	91.8	----	
+ 9	275	11.10	---	19	0.58	40.3	----	
+ 10	320	9.75	---	21	0.46	30.5	----	
+ 11	275	9.60	---	20	0.48	34.9	----	
+ 12	550	9.65	---	17	0.56	17.5	----	
+ 13	275	9.05	---	18	0.50	32.9	----	
+ 14	275	10.05	---	19	0.53	36.5	----	
+ 15	458	8.90	---	22	0.45	19.4	----	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
1	1650	47.20	126	36	1.31	28.6	13.1	3.8
2	2795	65.65	128	39	1.68	23.5	21.8	
3	2841	64.50	128	38	1.69	22.7	22.2	
4	2841	63.30	130	37	1.72	22.3	21.9	
5	2887	71.10	133	42	1.69	24.7	21.7	
6	2887	75.00	135	43	1.74	26.0	21.4	
7	3024	73.25	136	43	1.71	24.2	22.2	
8	3070	78.05	137	46	1.69	25.5	22.4	
9	3024	78.30	138	45	1.69	25.8	21.9	
10	2979	79.30	138	47	1.69	26.6	21.5	
11	3024	80.60	139	46	1.75	26.6	21.7	
12	2887	79.90	138	49	1.64	27.7	20.9	
13	2841	80.50	139	49	1.65	28.3	20.4	
14	2841	81.75	138	49	1.67	28.8	20.6	
15	2750	82.05	138	52	1.58	29.9	20.0	
16	2887	82.30	138	52	1.58	28.5	20.9	
17	2841	82.50	138	51	1.62	29.0	20.6	
18	2841	82.95	138	54	1.53	29.2	20.6	
19	2841	81.55	138	55	1.48	28.8	20.6	
20	2887	79.65	139	52	1.54	27.6	20.8	
21	2887	78.35	140	44	1.78	27.2	20.6	
22	2933	81.70	141	51	1.60	27.9	20.8	
23	2841	82.75	140	52	1.59	29.2	20.3	
24	2887	82.20	140	53	1.55	28.6	20.6	
25	2887	80.05	140	50	1.60	27.8	20.6	
26	2841	78.45	140	48	1.64	27.6	20.3	
27	2841	79.00	141	49	1.61	27.8	20.1	
28	2841	78.50	141	51	1.54	27.7	20.1	
29	2841	77.95	141	50	1.56	27.0	20.1	
30	2841	79.00	141	50	1.58	27.9	20.1	

Keine Aufzeichnung der Erholungsphase, da der Lauf
in der 31. Minute unterbrochen wurde.

Vp 8:

W.G., 25 Jahre, 175 cm, 64 kg

Abs. Bestzeiten: 1:52,4; 2:27,5; 3:48,1; 8:02,4; 13:50,4;
30:21,8

Bestzeiten 1965: 3:48,7; 8:02,4; 13:50,4; 30:21,8

Sportl. Erfolge: Ldkpf., Deutscher Hallenmeister über 3000 m,
Deutscher Meister über 5000 m, mehrfacher
Norddeutscher und Niedersachsen Meister,
zahlreiche Plazierungen auf Deutschen Mei-
sterschaften

1951 bis 1956 Fußball, 1956 Handball, 1957 und 1958 Radfah-
ren, ab 1959 Leichtathletik. Bis 1962 abwechselnd Intervalle
und Langläufe (bis 8 km). Ab 1963 4mal pro Woche Lang-
läufe bis 20 km.

Momentan: Seit 3 Wochen nur noch 3mal pro Woche Training,
und zwar Läufe bis 8 km

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	o ₂ -P	m/sec
Ruhe	403	9.55	47	8	1.18	23.6	5.8	0.0

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
1	2200	51.80	148	35	1.48	23.5	14.9	3.8
2	3116	66.80	149	33	2.02	21.4	20.9	
3	3025	60.00	146	32	1.87	19.9	20.7	
4	2956	62.35	144	35	1.78	21.0	20.5	
5	2887	61.00	146	33	1.85	21.2	19.8	
6	2796	58.60	151	30	1.95	21.0	18.5	
7	2796	62.30	151	32	1.95	22.3	18.5	
8	2796	61.60	151	31	1.98	22.0	18.5	
9	2796	63.40	152	33	1.92	22.7	18.4	
10	2796	65.20	153	36	1.82	23.6	18.3	
11	2933	64.35	154	33	1.95	22.0	19.0	
12	2841	64.30	155	35	1.84	22.6	18.3	
13	2887	63.30	156	35	1.81	22.0	18.5	
14	2910	63.25	155	34	1.82	21.7	18.8	
15	2933	65.00	156	32	2.06	22.2	18.8	
16	2841	64.30	157	32	2.02	22.7	18.1	
17	2887	66.75	157	36	1.86	23.2	18.3	
18	2841	67.15	157	37	1.81	23.7	18.1	
19	2841	65.65	158	36	1.83	23.1	18.0	
20	2841	68.90	160	36	1.92	24.3	17.8	
21	2933	67.20	160	36	1.86	22.9	18.3	
22	2933	65.75	161	31	2.12	22.4	18.2	
23	2933	68.85	162	37	1.88	23.5	18.1	
24	2933	69.00	164	38	1.81	23.5	17.9	
25	3025	68.70	164	38	1.80	22.7	18.4	
26	3025	68.55	164	35	1.95	22.6	18.4	
27	3071	67.45	165	35	1.93	22.0	18.6	
28	3025	69.15	165	34	2.03	22.9	18.3	
29	2980	69.30	166	37	1.87	23.2	18.0	
30	3071	70.35	167	37	1.90	22.8	18.4	
31	2933	69.00	167	34	2.03	23.5	17.6	
32	3025	70.30	169	39	1.81	23.2	17.9	
33	2980	70.05	168	38	1.85	23.5	17.7	
34	2953	71.20	168	41	1.73	24.0	17.4	
35	2887	68.85	169	27	2.55	23.8	17.1	
36	3210	69.80	169	32	2.19	21.7	19.0	
37	3162	75.50	170	38	1.98	23.8	18.6	
38	3116	74.25	171	37	2.01	23.8	18.2	
39	3071	76.45	172	40	1.92	24.9	17.9	
40	3116	78.00	172	42	1.86	25.0	18.1	
+	1	1787	39.00	135	16	2.44	21.8	0.0
+	2	596	24.00	128	10	2.39	40.3	
+	3	917	13.85	125	9	1.55	15.1	
+	4	367	12.80	121	6	2.13	34.9	
+	5	642	8.15	117	7	1.17	12.7	
+	6	458	11.90	113	25	0.48	26.0	
+	7	550	13.40	107	8	1.68	24.4	
+	8	412	10.45	110	14	0.74	25.4	
+	9	504	10.05	104	9	1.12	20.0	
+	10	458	8.80	105	14	0.62	19.2	
+	11	412	9.75	102	18	0.54	23.7	
+	12	458	9.80	100	16	0.62	21.3	
+	13	412	9.75	102	18	0.54	23.7	
+	14	412	10.90	103	22	0.49	26.5	
+	15	367	12.15	101	21	0.57	33.1	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 16	412	10.75	--	16	1.08	26.1	----	0.0
+ 17	320	9.45	--	17	0.55	29.5	----	
+ 18	503	11.70	--	22	0.54	23.2	----	
+ 19	550	10.15	--	13	0.79	18.5	----	
+ 20	320	11.10	--	25	0.45	34.6	----	

Vp 9:

F.S., 30 Jahre, 170 cm, 61 kg

Abs. Bestzeiten: 3:57,8; 8:22,2; 14:38,0; 31:10,6, 9:00,2

Bestzeiten 1965: 8:38,2; 14:53,6; 9:13,8 3000 m Hindernis

Sportl. Erfolge: 1 Deutsche Mannschafts Meisterschaft, 2
Platzierungen auf Deutschen Meisterschaften,
1 Norddeutsche Meisterschaft über 3000 Hi,
12 Hamburger Meisterschaften

Bis 1962 vorwiegend Intervalltraining. Ab 1962 hauptsächlich lange Läufe bis 20 km. Dazu Intervalle und Tempoläufe (insgesamt 4 bis 6mal pro Woche).

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	312	8.80	48	20	0.44	28.2	5.1	0.0
1	1812	26.80	114	31	0.88	14.8	15.9	2.5
2	2353	44.05	122	31	1.42	18.7	19.3	3.0
3	2568	50.30	129	33	1.56	19.6	19.9	3.5
4	2825	57.90	136	34	1.70	20.5	20.8	3.8
5	2988	58.00	140	31	1.87	19.5	21.3	
6	2941	60.50	141	30	1.95	20.6	20.9	
7	2932	58.05	141	27	2.15	19.8	20.8	
8	2923	61.00	142	29	2.11	20.8	20.6	
9	2864	57.40	144	27	2.13	20.1	19.8	
10	2848	58.15	145	27	2.15	20.5	19.6	
11	2848	57.85	145	27	2.07	20.3	19.7	
12	2918	59.00	146	26	2.28	20.3	20.0	
13	2997	59.75	146	28	2.14	20.0	20.5	
14	2895	57.75	145	27	2.14	20.0	20.0	
15	2895	62.00	145	31	2.01	21.4	20.0	
16	2918	70.00	145	40	1.76	24.0	20.1	
17	3035	71.40	145	43	1.66	23.6	20.9	
18	2932	70.70	145	45	1.57	24.1	20.2	
19	3082	72.35	145	51	1.42	23.5	21.3	
20	3007	69.95	146	50	1.40	23.2	20.6	
21	2932	70.90	146	51	1.39	24.2	20.1	
22	3082	72.70	147	56	1.30	23.6	21.0	
23	2932	72.50	148	47	1.57	24.8	19.8	
24	3100	70.15	148	45	1.56	22.7	20.9	
25	2997	70.35	148	45	1.57	23.5	20.3	
26	2895	71.55	148	44	1.62	24.7	19.6	
27	2997	70.10	148	47	1.49	23.4	20.3	
28	3091	71.30	148	44	1.62	23.1	20.9	
29	3026	71.60	149	44	1.62	23.7	20.3	
30	2988	71.10	148	44	1.62	23.8	20.2	
31	2960	71.35	149	45	1.58	24.1	19.9	
32	3007	70.35	150	44	1.59	23.4	20.0	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec	
33	3110	70.35	149	44	1.60	22.6	20.9	3.8	
34	3063	66.80	149	35	1.91	21.8	20.6		
35	3044	67.90	149	40	1.70	22.3	20.4		
36	3035	70.75	148	44	1.61	23.3	20.5		
37	3166	68.50	149	44	1.57	21.6	21.2		
38	2941	71.30	150	44	1.62	24.3	19.6		
39	2988	71.60	149	45	1.59	23.9	20.0		
40	2988	71.50	149	46	1.56	23.9	20.0		
41	2960	69.25	149	45	1.52	23.4	19.9		
+	1	1774	34.25	104	28	1.23	19.3	17.1	0.0
+	2	635	16.90	98	27	0.60	26.6	6.5	
+	3	374	11.40	95	26	0.44	30.6	3.9	
+	4	327	13.35	88	27	0.49	40.9	3.7	
+	5	327	10.15	86	24	0.43	31.1	3.8	
+	6	355	10.45	83	22	0.47	29.4	4.3	
+	7	411	8.75	81	19	0.46	21.3	5.1	
+	8	261	11.00	80	23	0.47	42.0	3.3	
+	9	420	9.40	83	21	0.45	22.4	5.1	
+	10	420	8.50	82	22	0.39	20.3	5.1	
+	11	448	7.90	81	22	0.36	17.6	5.5	
+	12	271	7.85	82	21	0.37	29.0	3.3	

Vp 10:

G.B., 27 Jahre, 175 cm, 66 kg

Abs. Bestzeiten: 3:52,7; 8:01,2; 14:00,6; 29:06,6

Bestzeiten 1965: 8:01,2; 14:09,8; 29:06,6

Sportl. Erfolge: Ldkpl., zahlreiche Plazierungen auf Deutschen Meisterschaften, mehrere Hamburger Meisterschaften

Im Winter (November bis Januar) 5mal pro Woche 20 bis 25 km Läufe. Ab Januar 5 bis 7mal pro Woche im Wechsel Langläufe, Intervalle, Fahrtspiel und Tempoläufe

Momentan: Seit 8 Wochen nur noch selten und unregelmäßig trainiert

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	332	7.85	48	6	1.30	23.6	5.7	0.0
1	1165	26.80	126	19	1.42	23.0	9.2	2.5
2	2056	41.40	128	24	1.73	20.1	16.1	3.0
3	2218	47.50	132	18	2.64	21.5	16.8	
4	2449	45.80	133	19	2.39	18.7	18.4	3.3
5	2426	50.75	135	26	1.95	20.9	18.0	
6	2426	55.75	139	23	2.43	23.0	17.5	
7	2402	50.10	140	23	2.19	20.9	17.2	
8	2402	52.90	142	25	2.12	22.0	16.9	
9	2356	53.55	145	23	2.25	22.7	16.3	
10	2449	52.35	144	21	2.48	21.4	17.0	
11	2495	51.35	144	25	2.05	20.6	17.3	
12	2518	53.50	144	26	2.02	21.3	17.5	
13	2531	53.10	145	29	1.83	21.0	17.5	
14	2356	52.50	146	25	2.10	22.2	16.1	
15	2310	52.15	144	23	2.26	22.6	16.1	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec	
16	2264	51.30	146	18	2.86	22.6	15.5	3.3	
17	2402	52.25	146	24	2.17	21.8	16.5		
18	2449	52.30	147	24	2.19	21.4	16.7		
19	2449	54.90	148	23	2.38	22.3	16.5		
20	2495	54.50	147	26	2.10	21.9	17.0		
21	2356	51.25	147	25	2.05	21.7	16.0		
22	2218	54.05	148	28	1.93	24.4	15.0		
23	2310	52.30	148	22	2.38	22.7	15.6		
24	2356	50.15	148	24	2.10	21.3	15.9		
25	2287	53.60	149	29	1.85	23.5	15.3		
26	2218	55.30	149	25	2.21	25.0	14.9		
27	2264	55.40	150	26	2.13	24.5	15.1		
28	2356	56.55	151	28	2.02	23.9	15.6		
29	2356	53.50	150	29	1.85	22.7	15.7		
30	2356	54.50	151	32	1.70	23.1	15.6		
31	2310	52.75	151	27	2.08	22.8	15.3		
32	2264	55.15	152	37	1.49	24.3	14.9		
33	2218	55.65	151	38	1.47	25.1	14.7		
34	2264	52.35	151	29	1.79	23.1	15.0		
35	2310	54.00	151	30	1.79	23.4	15.3		
36	2264	52.70	151	32	1.65	23.2	15.0		
37	2310	52.30	152	28	1.85	22.6	15.2		
38	2264	54.40	152	26	2.09	24.0	14.9		
39	2287	55.90	152	34	1.65	24.4	15.0		
40	2310	55.05	152	27	2.04	23.8	15.2		
41	2356	54.90	152	30	1.83	23.2	15.5		
42	2356	52.50	---	28	1.87	22.3	----		
43	2264	53.00	---	27	1.97	23.4	----		
44	2356	54.00	---	26	2.08	22.8	----		
45	2310	51.00	---	32	1.59	22.1	----		
46	2264	50.80	---	30	1.69	22.5	----		
47	2264	51.65	---	32	1.61	22.8	----		
48	2218	51.80	---	33	1.57	23.4	----		
49	2218	50.80	---	24	2.12	23.0	----		
50	2264	53.20	---	26	2.05	23.5	----		
+	1	1432	28.65	113	11	2.60	20.0	12.7	0.0
+	2	716	13.05	108	7	1.87	18.3	6.6	
+	3	462	8.73	104	6	1.68	17.9	4.4	
+	4	416	9.60	101	7	1.38	23.1	4.0	
+	5	416	7.10	99	6	1.18	17.1	4.2	
+	6	370	7.25	94	7	1.03	19.6	3.9	
+	7	323	7.85	95	6	1.30	24.2	3.4	
+	8	323	7.50	91	7	1.08	23.2	3.5	
+	9	323	8.45	88	7	1.20	26.1	3.7	
+	10	323	7.10	89	8	0.90	22.0	3.6	

Vp 11:

H.B., 18 Jahre, 173 cm, 58 kg

Abs. Bestzeiten: 2:45.0; 9:30.0

Bestzeiten 1965: 2:45.0; 9:30.0

Leichtathletisches Training seit 1963. Davor seit 1960

Fußball. 3 bis 4mal pro Woche Training, und zwar 2mal
15 bis 20 km Läufe und 1mal Intervalle.

Momentan: Seit 2 Wochen nur 2mal pro Woche trainiert

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	368	13.25	54	14	0.93	36.0	5.5	0.0
1	1520	33.60	128	26	1.30	22.1	11.9	3.0
2	2304	50.00	132	28	1.82	21.7	17.5	
3	2488	55.00	134	31	1.77	22.2	18.6	
4	----	55.00	135	32	1.72	----	----	
+ 1	1520	29.70	---	21	1.41	19.5	----	0.0
+ 2	598	16.00	---	20	0.80	26.7	----	
+ 3	368	12.10	---	17	0.71	32.8	----	
+ 4	368	10.70	---	16	0.67	29.1	----	
+ 5	368	8.75	---	15	0.58	23.7	----	
+ 6	368	9.05	---	15	0.61	24.5	----	
+ 7	368	----	---	18	----	----	----	
+ 8	322	----	----	18	----	----	----	
+ 9	414	----	---	19	----	----	----	
+ 10	322	----	---	16	----	----	----	
+ 11	230	8.25	---	16	0.55	35.8	----	
+ 12	322	----	---	16	----	----	----	
+ 13	460	----	---	19	----	----	----	
+ 14	230	----	---	18	----	----	----	
+ 15	414	----	---	15	----	----	----	
+ 16	368	10.75	---	15	0.72	29.2	----	
+ 17	322	----	---	15	----	----	----	
1	1428	38.80	142	28	1.43	27.1	10.1	3.0
2	2304	51.25	140	29	1.77	22.2	16.5	
3	2351	53.30	140	29	1.84	22.7	16.8	
4	2396	53.90	145	31	1.74	22.5	16.5	
5	2442	52.40	146	31	1.70	21.5	16.7	
6	2396	52.35	147	31	1.70	21.8	16.3	
7	2351	54.50	147	32	1.71	23.1	16.1	
8	2351	54.95	147	33	1.66	23.3	16.0	
9	2304	53.50	149	32	1.68	23.2	15.6	
10	2027	55.25	151	32	1.71	27.3	13.4	
11	2027	57.75	154	33	1.75	28.3	13.2	
12	2027	58.05	156	33	1.76	28.7	13.0	
13	2119	59.60	157	36	1.66	28.1	13.5	
14	2166	59.60	160	35	1.71	27.5	13.5	
15	2304	63.00	163	35	1.77	27.3	14.2	
16	2304	62.40	165	36	1.74	27.1	14.0	
17	2304	62.55	165	37	1.70	27.2	14.0	
18	2351	61.40	166	36	1.71	26.1	14.2	
19	2351	60.55	166	34	1.78	25.7	14.2	
20	2304	62.20	166	37	1.68	27.0	13.9	
21	2304	62.95	166	38	1.66	27.3	13.9	
22	2119	61.70	166	37	1.67	29.2	12.8	
23	2391	60.10	166	35	1.72	25.2	14.4	
24	2192	63.10	166	38	1.66	28.8	13.2	
25	2304	62.35	167	37	1.68	27.0	13.8	
26	2304	64.05	169	39	1.65	27.9	13.6	
27	2304	64.10	170	40	1.61	27.9	13.6	
28	2192	66.30	171	38	1.75	30.3	12.8	
29	2119	65.30	172	39	1.67	30.8	12.3	
30	2027	67.80	171	41	1.65	33.9	11.9	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
31	1567	68.25	172	41	1.67	43.5	9.1	3.0
32	2258	75.40	173	41	1.84	33.4	13.1	
33	2304	76.80	172	43	1.78	33.3	13.4	
34	2304	82.10	173	42	1.91	35.6	13.3	
35	2304	81.30	173	44	1.86	35.2	13.3	
+ 1	1656	39.95	108	21	1.90	24.1	15.2	0.0
+ 2	738	18.75	98	20	0.94	25.5	7.5	
+ 3	646	15.15	95	16	0.94	23.5	6.8	
+ 4	461	12.50	94	17	0.75	27.2	4.9	
+ 5	276	9.00	97	16	0.56	32.6	2.8	
+ 6	415	12.40	98	19	0.65	30.0	4.2	
+ 7	415	9.00	102	17	0.53	21.8	4.1	
+ 8	369	10.05	102	18	0.56	27.3	3.6	
+ 9	323	10.50	101	16	0.65	32.5	3.2	
+ 10	369	10.15	100	18	0.56	27.5	3.7	
+ 11	415	12.55	100	14	0.90	30.3	4.2	
+ 12	276	8.80	99	15	0.58	31.9	2.8	
+ 13	322	11.65	---	16	0.73	36.2	---	
+ 14	461	13.50	---	15	0.90	29.3	---	
+ 15	230	9.30	---	14	0.66	40.5	---	
+ 16	322	11.45	---	16	0.72	35.6	---	
+ 17	414	12.40	---	16	0.77	30.0	---	
+ 18	322	12.75	---	15	0.85	39.5	---	
+ 19	92	10.25	---	15	0.68	111.5	---	
+ 20	461	10.30	---	14	0.74	22.4	---	

Vp 12:

H.B., 24 Jahre, 183 cm, 76 kg

Abs. Bestzeiten: 47,3; 1:57,7

Bestzeiten 1965: 48,7; 1:57,7

Sportl. Erfolge: Deutscher Staffelleister, 2 Norddeutsche und 2 Hamburger Staffelleisterschaften, 5 Platzierungen auf Deutschen Meisterschaften

Von 1959 bis 1962 2mal pro Woche trainiert (nur im Sommer).

Ab Winter 1962/1963 4 bis 6mal pro Woche Training, und zwar

2mal Krafttraining, 2mal Langläufe bis 10 km in hügeligem

Waldgelände, 1mal Intervalle (20x200 m) und 1mal Tempoläufe

(1200,600,600,600,300 m oder 5x300 m).

Momentan: Seit 8 Wochen nur noch 1 bis 2mal pro Woche leichtes Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	398	11.90	53	14	0.87	29.9	7.5	0.0
1	1127	42.25	140	24	1.76	37.4	8.1	3.0
2	2442	61.80	143	24	2.58	25.3	17.1	
3	2676	68.75	148	24	2.87	25.7	18.1	
4	2816	73.00	153	24	3.05	26.0	18.4	
+ 1	2445	44.00	---	15	2.94	18.1	----	0.0
+ 2	892	25.40	---	15	1.69	28.5	----	
+ 3	517	19.80	---	16	1.25	38.3	----	
+ 4	610	17.30	---	16	1.07	28.3	----	
+ 5	422	14.25	---	16	0.89	33.7	----	

	Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.ā.	O ₂ -P	m/sec
+	6	422	12.35	---	16	0.77	29.3	----	0.0
+	7	470	14.15	---	17	0.84	29.5	----	
+	8	422	11.10	---	17	0.65	26.3	----	
+	9	282	11.70	---	14	0.85	41.5	----	
+	10	470	11.50	---	14	0.83	24.5	----	
	1	1184	43.50	150	26	1.67	36.7	7.9	3.0
	2	2488	57.40	152	25	2.31	23.1	16.4	
	3	2629	67.35	158	25	2.69	25.7	16.6	
	4	2816	74.75	164	25	2.99	26.6	17.2	
	5	2863	78.10	166	25	3.13	27.3	17.2	
	6	2816	77.50	167	25	3.11	27.5	16.9	
	7	2816	80.90	169	26	3.12	28.8	16.7	
	8	2816	80.25	170	26	3.08	28.5	16.6	
	9	2816	76.80	171	25	3.07	27.3	16.5	
	10	2816	76.00	171	25	3.05	27.0	16.5	
	11	2863	78.25	171	25	3.13	27.3	16.7	
	12	2863	79.55	172	26	3.06	27.7	16.6	
	13	2863	78.05	172	26	3.01	27.2	16.6	
	14	2957	75.70	173	25	3.04	25.5	17.1	
	15	2863	74.95	172	25	3.01	26.1	16.6	
	16	2863	76.95	173	25	3.08	26.8	16.5	
	17	2816	74.95	173	25	3.01	26.6	16.3	
	18	2816	77.45	175	25	3.10	27.5	16.0	
	19	2910	79.85	176	25	3.20	27.4	16.5	
	20	2910	80.25	176	25	3.21	27.6	16.5	
	21	2910	78.95	176	25	3.16	27.1	16.5	
	22	2910	79.20	177	26	3.05	27.3	16.4	
	23	2910	76.90	177	25	3.07	26.5	16.4	
	24	2910	77.55	177	25	3.11	26.6	16.4	
	25	2910	78.85	177	25	3.16	26.5	16.7	
	26	2957	80.55	177	26	3.11	27.1	16.7	
	27	2910	79.15	177	26	3.04	27.2	16.4	
	28	2910	79.10	178	25	3.16	27.2	16.3	
	29	2957	79.00	179	25	3.16	26.7	16.5	
	30	3004	78.05	180	25	3.12	26.0	16.7	
	31	3004	80.60	181	27	2.99	26.8	16.6	
	32	3004	79.90	182	28	2.86	26.6	16.5	
	33	2863	78.25	182	25	3.14	27.4	15.7	
	34	2910	81.50	182	25	3.26	28.0	16.0	
	35	2957	80.80	182	26	3.10	27.3	16.2	
+	1	2442	59.80	154	27	2.22	24.5	16.0	0.0
+	2	939	30.20	147	22	1.37	34.1	6.4	
+	3	844	23.25	143	23	1.01	27.5	6.0	
+	4	657	20.45	140	20	1.03	31.1	4.7	
+	5	564	17.90	138	22	0.83	31.8	4.1	
+	6	470	19.70	140	25	0.78	42.0	3.4	
+	7	611	17.45	134	23	0.76	28.5	4.6	
+	8	752	16.10	138	19	0.85	21.5	5.4	
+	9	422	13.30	136	17	0.78	31.5	3.1	
+	10	235	14.80	136	19	0.78	63.8	1.7	
+	11	329	14.80	137	19	0.78	45.1	2.4	
+	12	282	13.35	135	18	0.74	47.5	2.1	
+	13	470	14.95	---	20	0.75	31.8	---	
+	14	563	12.30	---	20	0.62	21.9	---	
+	15	422	12.70	---	16	0.80	30.1	---	

Vp 13:

J.U., 25 Jahre, 178 cm, 66 kg

Abs. Bestzeiten: 21,4; 46,5; 1:57,0

Bestzeiten 1965: 46,5; 1:57,0

Sportl. Erfolge: 20 Ldkpf., Deutscher Staffelman und Deutscher Meister über 400 m, 10 Plazierungen auf Deutschen Meisterschaften, 3 Norddeutsche und 5 Hamburger Meisterschaften

1957 Handball, ab 1958 Leichtathletik. Zunächst 2 mal pro Woche trainiert. Ab 1960 4 mal pro Woche, ab 1961 4 bis 6 mal pro Woche trainiert, und zwar 2 mal Krafttraining, 2 mal Langläufe bis 10 km, 1 mal Intervalle und 1 mal Tempoläufe (1200, 600, 600, 600 und 300 m oder 5x300 m).

Momentan: Nur 3 mal pro Woche Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	310	10.50	60	12	0.93	33.9	5.2	0.0
1	1779	48.05	141	40	1.20	27.0	12.6	3.0
2	2740	68.00	144	36	1.89	24.8	19.0	
3	2740	66.35	149	33	2.01	24.2	18.1	
4	-----	-----	150	35	-----	-----	-----	
+ 1	1870	42.75	---	24	1.79	22.9	-----	0.0
+ 2	638	17.70	---	19	0.93	27.8	-----	
+ 3	456	15.60	---	19	0.82	34.1	-----	
+ 4	410	10.70	---	19	0.56	26.1	-----	
+ 5	410	12.95	---	19	0.68	31.5	-----	
+ 6	365	10.40	---	15	0.70	28.5	-----	
+ 7	365	9.65	---	18	0.54	26.5	-----	
+ 8	365	11.50	---	18	0.64	31.5	-----	
+ 9	456	11.25	---	19	0.60	24.6	-----	
+ 10	365	10.80	---	13	0.83	29.6	-----	
+ 11	365	9.50	---	12	0.79	26.0	-----	
+ 12	456	9.30	---	21	0.45	20.4	-----	
+ 13	456	11.25	----	18	0.62	24.6	-----	
+ 14	273	11.15	---	17	0.60	40.8	-----	
+ 15	273	-----	---	19	-----	-----	-----	
1	1551	40.30	138	30	1.34	27.8	11.3	
2	2417	60.90	142	36	1.70	25.2	17.0	
3	2463	65.20	146	38	1.71	26.5	16.9	
4	2509	66.50	148	37	1.81	26.5	17.0	
5	2372	65.80	149	36	1.83	27.7	15.9	
6	2372	72.50	152	38	1.91	30.6	15.6	
7	2372	74.30	153	38	1.95	31.3	15.5	
8	2372	76.10	155	37	2.05	32.1	15.3	
9	2372	77.20	156	37	2.08	32.6	15.2	
10	2372	77.00	157	37	2.08	32.5	15.1	
11	2372	75.35	159	38	1.99	31.7	14.9	
12	2372	75.75	160	37	2.05	31.8	14.8	
13	2554	75.90	160	38	2.00	29.7	16.0	
14	2372	75.90	160	38	2.00	30.8	14.8	
15	2372	75.35	160	38	1.99	31.8	14.8	

In der 16. Minute unterbrach der Proband den Versuch. Er gab an, den Druck der Maske nicht mehr aushalten zu können. Er behauptete, das Lauftempo jedoch ohne Maske unbegrenzt weiterlaufen zu können.

Vp 14:

M. Sch., 22 Jahre, 176 cm, 68 kg

Abs. Bestzeiten: 1:55,3; 2:29,8; 4:01,7

Bestzeiten 1965: 1:56,6; 2:29,8; 4:01,7

Leichtathletisches Training seit 1960. 1962 und 1963 pausiert.

2 bis 3mal pro Woche lange Tempoläufe (2x3000 m). Längste

Trainingsstrecken sind 5000 m.

Momentan: 1mal pro Woche Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	342	8.20	59	15	0.55	24.0	5.8	0.0
1	2128	55.70	165	38	1.47	26.2	12.9	3.0
2	3146	97.50	170	40	2.43	31.1	18.5	
3	3238	101.80	172	40	2.55	31.5	18.8	
4	3329	92.50	174	41	2.31	27.8	18.6	
+ 1	2170	55.50	---	26	2.13	25.6	----	0.0
+ 2	1065	31.40	---	23	1.38	29.5	----	
+ 3	555	20.35	---	20	1.02	36.6	----	
+ 4	645	18.25	---	19	0.95	28.3	----	
+ 5	555	16.00	---	18	0.89	28.8	----	
+ 6	462	12.50	---	18	0.69	27.1	----	
+ 7	555	13.85	---	19	0.73	25.0	----	
+ 8	462	9.85	---	18	0.55	21.3	----	
+ 9	462	10.30	---	21	0.50	22.3	----	
+ 10	462	9.80	---	20	0.50	21.2	----	
+ 11	370	10.00	---	18	0.55	27.0	----	
+ 12	370	10.00	---	18	0.55	27.0	----	
+ 13	462	10.85	---	16	0.67	23.5	----	
+ 14	370	9.15	---	18	0.51	24.6	----	
1	1943	41.45	165	30	1.38	21.3	11.8	3.0
2	2961	72.25	168	36	2.01	24.4	17.6	
3	2961	72.50	170	34	2.13	24.4	17.4	
4	3053	73.60	172	34	2.16	24.1	17.6	
5	3146	68.75	174	34	2.03	22.9	18.1	
6	3109	73.05	176	36	2.03	23.5	17.7	
7	3007	71.90	176	36	2.00	23.9	17.1	
8	2961	69.65	176	35	1.99	23.5	16.8	
9	2961	68.30	175	34	2.01	23.1	16.9	
10	2914	65.95	176	33	2.00	22.7	16.6	
11	2868	71.60	176	37	1.93	25.0	16.3	
12	2868	69.75	176	34	2.05	24.3	16.3	
13	2961	74.30	176	38	1.96	25.1	16.8	
14	3146	72.05	176	36	2.00	23.0	17.9	
15	3053	71.30	176	36	1.97	23.4	17.3	
16	3007	72.65	176	38	1.91	24.2	17.1	
17	2961	70.65	175	38	1.85	23.8	16.9	
18	3053	72.25	176	38	1.91	23.7	17.3	
19	2914	71.95	176	37	1.94	24.7	16.6	
20	2914	73.05	177	39	1.87	25.1	16.5	
21	2961	74.10	177	39	1.90	25.0	16.7	
22	2961	72.75	178	38	1.92	24.6	16.6	
23	3053	72.25	178	37	1.95	23.7	17.2	
24	2822	70.20	178	38	1.85	24.9	16.0	
25	2868	71.60	178	37	1.94	24.9	16.1	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
26	2868	72.20	178	37	1.95	25.2	16.1	3.0
27	2914	70.70	178	37	1.91	24.3	16.4	
28	2961	70.85	177	37	1.92	23.9	16.7	
29	2961	71.70	177	38	1.87	24.2	16.7	
30	2961	69.45	178	38	1.83	23.4	16.6	
31	3007	68.10	178	37	1.84	22.7	16.9	
32	3007	72.15	178	38	1.90	24.0	16.9	
33	2914	71.25	179	36	1.97	24.5	16.3	
34	3007	71.65	179	37	1.94	23.8	16.8	
35	2961	72.50	179	37	1.96	24.5	16.5	
+ 1	2174	41.15	149	26	1.58	19.0	14.6	0.0
+ 2	925	24.30	142	20	1.21	26.3	6.5	
+ 3	834	16.55	134	15	1.10	19.9	6.2	
+ 4	740	14.00	128	15	0.93	18.9	5.7	
+ 5	370	13.75	126	21	0.65	37.2	2.9	
+ 6	556	13.30	121	21	0.63	23.9	4.6	
+ 7	556	12.65	118	20	0.63	22.8	4.7	
+ 8	463	10.95	119	20	0.55	23.7	3.9	
+ 9	509	12.50	117	23	0.54	24.6	4.3	
+ 10	556	11.05	113	20	0.55	19.9	4.9	
+ 11	232	10.40	115	22	0.44	44.8	2.0	
+ 12	556	9.50	114	20	0.47	17.1	4.0	
+ 13	325	11.90	---	19	0.63	36.7	---	
+ 14	600	9.40	---	14	0.67	15.7	---	
+ 15	556	10.20	---	17	0.61	18.4	---	
+ 16	463	11.10	---	17	0.65	24.0	---	
+ 17	277	9.45	---	16	0.58	34.1	---	
+ 18	415	9.50	---	18	0.53	22.8	---	
+ 19	415	9.55	---	19	0.51	22.9	---	

Vp 15:

G. P., 38 Jahre, 176 cm, 67 kg

Abs. Bestzeiten: 8:45,2; 15:12,6; 32:33,0

Bestzeiten 1965: 16:25,7;

Sportl. Erfolge: Mehrfacher Hamburger Meister

Leichtathletisches Training seit 20 Jahren. Heute nur noch
4mal pro Woche 10 bis 20 km Läufe.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	375	8.75	50	17	0.52	23.3	5.8	0.0
1	1408	54.20	144	29	1.87	38.5	9.8	2.5
2	3192	102.50	151	37	2.76	32.0	21.1	3.0
3	3051	109.30	152	40	2.74	35.8	20.1	
4	----	91.10	153	37	2.46	----	----	
+ 1	2070	39.60	---	21	1.88	19.1	----	0.0
+ 2	658	14.80	---	15	0.99	22.5	----	
+ 3	563	11.30	---	16	0.71	20.2	----	
+ 4	422	10.15	---	14	0.72	24.2	----	
+ 5	422	8.85	---	14	0.63	21.0	----	
+ 6	282	7.65	---	13	0.58	27.1	----	
+ 7	470	7.80	---	14	0.56	16.8	----	
+ 8	375	7.80	---	14	0.56	21.1	----	
+ 9	375	7.95	---	14	0.57	21.2	----	
+ 10	422	6.95	---	14	0.49	16.5	----	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
1	2112	69.55	144	29	2.40	32.9	14.7	3.0
2	2769	88.50	150	36	2.45	32.0	18.5	
3	2910	80.25	150	35	2.29	27.6	19.4	
4	2863	72.10	150	31	2.33	25.2	19.1	
5	2816	67.00	149	30	2.23	24.2	18.9	
6	2723	62.30	147	27	2.31	22.9	18.5	
7	2676	62.60	147	30	2.09	23.4	18.2	
8	2582	61.95	147	27	2.30	24.0	17.6	
9	2582	60.10	147	29	2.07	23.3	17.6	
10	2582	58.40	147	25	2.33	22.7	17.6	
11	2723	60.10	147	28	2.15	22.1	18.5	
12	2723	59.00	147	26	2.11	21.7	18.5	
13	2629	62.00	147	28	2.22	23.6	17.9	
14	2535	61.00	148	27	2.27	24.1	17.1	
15	2629	61.55	148	27	2.28	23.4	17.8	
16	2723	61.30	148	27	2.37	22.6	18.4	
17	2723	60.70	147	27	2.24	22.3	18.5	
18	2629	61.10	148	29	2.11	23.3	17.8	
19	2535	61.90	148	30	2.07	24.4	17.1	
20	2629	63.20	148	28	2.27	24.1	17.8	
21	2629	62.90	148	30	2.10	23.9	17.8	
22	2535	61.00	148	27	2.27	24.1	17.1	
23	2629	61.00	149	27	2.27	23.2	17.7	
24	2629	63.30	149	29	2.18	24.1	17.7	
25	2723	63.60	150	27	2.35	23.2	18.2	
26	2676	62.60	151	31	2.03	23.4	17.7	
27	2629	63.15	150	30	2.10	24.1	17.5	
28	2629	60.85	150	26	2.33	23.2	17.5	
29	2629	61.20	151	29	2.11	23.3	17.4	
30	2629	62.50	151	28	2.23	23.8	17.4	
31	2723	63.25	150	28	2.27	23.2	18.2	
32	2629	61.80	151	28	2.21	23.5	17.4	
33	2629	62.00	152	26	2.29	23.6	17.3	
34	2629	61.40	152	26	2.25	23.4	17.3	
35	2629	62.00	152	29	2.14	23.6	17.3	
+ 1	2112	31.20	114	20	1.56	14.8	18.5	0.0
+ 2	657	11.45	108	14	0.82	17.4	6.1	
+ 3	422	8.75	102	16	0.55	20.7	4.1	
+ 4	376	7.80	96	15	0.52	20.8	3.9	
+ 5	329	7.20	94	13	0.56	21.9	3.5	
+ 6	422	8.30	93	15	0.55	19.7	4.5	
+ 7	422	8.50	93	17	0.49	20.2	4.5	
+ 8	329	8.10	90	16	0.50	24.6	3.7	
+ 9	422	7.50	89	17	0.44	17.8	4.7	
+ 10	282	8.30	87	16	0.52	29.5	3.3	
+ 11	235	6.80	85	17	0.40	28.9	2.8	
+ 12	376	7.55	87	17	0.45	20.2	4.3	
+ 13	329	7.05	86	15	0.47	21.4	3.8	
+ 14	376	8.10	85	16	0.50	21.6	4.4	
+ 15	376	8.20	85	19	0.43	21.8	4.4	

Vp 16:

R.J., 23 Jahre, 176 cm, 72 kg

Abs. Bestzeiten: 1:58,7; 2:30,9; 4:01,9

Bestzeiten 1965: 1:58,7; 2:30,9; 4:01,9

Leichtathletisches Training seit 1960. 3 bis 4mal pro Woche
10 bis 15 km Läufe.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	375	14.30	69	10	1.43	38.1	5.4	0.0
1	1916	40.20	136	27	1.48	20.9	14.1	2.5
2	2800	63.60	141	32	2.10	22.6	20.0	3.0
3	2850	63.80	142	30	2.12	22.4	20.1	
4	----	70.90	141	34	2.08	----	----	
+ 1	1775	39.70	---	13	3.05	22.4	----	0.0
+ 2	700	26.60	---	11	2.43	38.0	----	
+ 3	465	16.90	---	9	1.89	36.4	----	
+ 4	560	12.45	---	9	1.38	22.2	----	
+ 5	187	14.40	---	11	1.31	76.1	----	
+ 6	465	14.50	---	11	1.32	31.2	----	
+ 7	465	10.60	---	9	1.18	22.8	----	
+ 8	375	14.00	---	10	1.40	37.3	----	
+ 9	375	10.30	---	9	1.15	27.4	----	
+ 10	325	14.50	---	10	1.45	44.5	----	
+ 11	235	8.85	---	7	1.27	37.6	----	
+ 12	420	10.60	---	9	1.18	25.2	----	
+ 13	375	9.95	---	9	1.10	26.6	----	
1	1682	36.60	140	18	2.03	21.8	12.0	
2	2570	57.00	141	28	2.03	22.2	18.2	
3	2617	59.90	141	26	2.30	22.9	18.6	
4	2710	63.35	145	29	2.19	23.4	18.7	
5	2897	65.75	145	31	2.12	22.7	20.0	
6	2710	68.75	149	33	2.09	25.4	18.2	
7	2800	70.00	149	34	2.07	25.0	18.8	
8	2800	71.00	150	33	2.16	25.4	18.7	
9	2800	73.10	151	36	2.03	26.1	18.5	
10	2800	75.60	152	37	2.04	27.0	18.4	
11	2710	75.90	152	37	2.05	28.0	17.8	
12	2800	75.35	153	36	2.10	26.9	18.3	
13	2758	75.65	154	35	2.17	27.4	17.9	
14	2710	77.00	155	37	2.09	28.4	17.5	
15	2850	79.00	155	39	2.03	27.8	18.4	
16	2800	74.75	155	33	2.26	26.7	18.1	
17	2800	78.90	155	38	2.08	28.2	18.1	
18	2800	81.90	155	39	2.10	29.2	18.1	
19	2850	74.85	155	35	2.14	26.3	18.4	
20	2710	80.10	156	41	1.95	29.6	17.4	
21	2710	81.30	155	40	2.03	30.0	17.5	
22	2897	80.70	157	40	2.02	27.9	18.5	
23	2850	84.40	157	41	2.06	29.6	18.2	
24	2800	82.45	157	41	2.01	29.5	17.8	
25	2850	85.00	157	41	2.08	29.9	18.2	
26	2758	87.50	158	41	2.14	31.7	17.5	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
27	2897	79.80	159	37	2.17	27.6	18.2	3.0
28	2850	81.60	158	37	2.21	28.6	18.0	
29	2800	84.75	159	40	2.12	30.3	17.6	
30	2710	82.20	159	39	2.11	30.4	17.0	
31	2897	84.80	159	39	2.18	29.3	18.2	
32	2897	81.35	160	37	2.20	28.1	18.1	
33	2850	84.70	159	37	2.29	29.7	17.9	
34	2800	86.50	160	41	2.11	30.9	17.5	
35	2850	86.60	160	40	2.17	30.4	17.8	
+	1	2290	42.55	129	17	2.50	18.6	0.0
+	2	654	20.70	125	13	1.59	31.6	5.2
+	3	654	15.55	121	12	1.30	23.7	5.4
+	4	467	14.35	119	12	1.19	30.8	4.0
+	5	374	10.55	116	9	1.17	28.2	3.2
+	6	467	11.30	114	10	1.13	24.3	4.1
+	7	374	12.75	112	9	1.41	34.0	3.3
+	8	421	10.90	110	11	1.00	26.0	3.8
+	9	327	12.10	110	10	1.21	37.1	3.0
+	10	467	8.00	107	7	1.15	17.2	4.4
+	11	280	9.35	108	9	1.05	33.4	2.6
+	12	467	11.30	108	11	1.03	24.3	4.3
+	13	374	9.00	---	10	0.90	24.0	---
+	14	374	10.90	---	9	1.21	29.1	---
+	15	374	9.80	---	11	0.90	26.1	---
+	16	374	8.60	---	9	0.95	22.9	---
+	17	374	7.10	---	9	0.79	18.9	---
+	18	374	11.30	---	11	1.05	30.2	---
+	19	374	9.30	---	14	0.66	24.8	---
+	20	374	8.25	---	10	0.82	22.0	---

Vp 17:

J.S., 19 Jahre, 179 cm, 68 kg

Abs. Bestzeiten: 9:30,0; 17:21,0

Bestzeiten 1965: 9:30,0; 17:21,0

Leichtathletisches Training seit 1 Jahr, und zwar 3mal pro Woche 10 km Läufe und 2mal pro Woche 15x200 m Intervalle.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	320	9.70	66	18	0.56	30.3	5.2	0.0
1	1733	54.80	148	31	1.76	31.7	11.7	3.0
2	2828	82.00	154	31	2.65	29.1	18.4	
3	2873	86.20	152	33	2.60	30.0	18.9	
4	----	78.70	151	32	2.46	----	----	
+	1	2180	43.20	---	22	1.96	19.9	0.0
+	2	730	18.25	---	23	0.80	25.0	----
+	3	550	15.75	---	20	0.79	28.6	----
+	4	365	13.90	---	23	0.61	38.1	----
+	5	365	14.55	---	21	0.70	39.8	----
+	6	365	9.75	---	19	0.52	26.7	----
+	7	410	9.75	---	21	0.46	23.7	----
+	8	410	11.40	---	20	0.51	27.8	----
+	9	365	10.50	---	21	0.50	28.8	----
+	10	318	10.00	---	19	0.53	31.4	----

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 11	365	11.80	---	19	0.62	32.3	----	0.0
+ 12	318	9.50	---	20	0.47	29.8	----	
+ 13	365	9.55	---	19	0.50	26.2	----	
+ 14	318	8.85	---	18	0.49	27.7	----	
+ 15	365	10.70	---	19	0.56	29.3	----	
1	1460	53.40	144	29	1.84	36.6	10.1	3.0
2	2740	68.90	148	28	2.46	25.2	18.6	
3	2828	71.90	149	29	2.49	25.4	19.0	
4	2828	71.10	151	28	2.54	25.2	19.0	
5	2782	73.40	153	30	2.45	26.4	18.2	
6	2782	72.40	153	30	2.41	26.0	18.2	
7	2782	74.80	153	32	2.34	26.8	18.2	
8	2782	77.00	153	35	2.20	27.2	18.2	
9	2740	78.00	153	37	2.11	28.5	17.9	
10	2782	77.60	153	38	2.05	27.9	18.2	
11	2782	78.30	154	38	2.05	28.2	18.1	
12	2782	81.25	155	42	1.94	29.2	18.0	
13	2782	81.50	155	40	2.03	29.3	18.0	
14	2873	83.70	156	41	2.04	29.1	18.4	
15	2828	82.90	156	42	1.97	29.4	18.1	
16	2782	79.30	156	40	1.98	28.5	17.8	
17	2740	82.65	157	42	1.96	30.2	17.5	
18	2740	81.20	158	41	1.98	29.7	17.3	
19	2645	80.65	158	41	1.96	30.5	16.7	
20	2740	83.95	158	43	1.95	30.6	17.3	
21	2782	81.05	158	43	1.88	29.2	17.6	
22	2782	81.70	158	43	1.89	29.4	17.6	
23	2782	85.00	159	44	1.93	30.6	17.5	
24	2782	82.65	160	43	1.91	29.7	17.4	
25	2782	85.20	160	43	1.97	30.6	17.4	
26	2873	82.10	160	42	1.96	28.6	18.0	
27	2828	80.00	160	43	1.86	28.3	17.7	
28	2782	87.40	161	46	1.89	31.4	17.3	
29	2740	84.40	161	45	1.87	30.9	17.5	
30	2828	86.60	162	45	1.93	30.6	17.5	
31	2828	90.30	163	46	1.96	32.0	17.3	
32	2782	85.40	163	43	1.98	30.7	17.1	
33	2782	86.00	163	44	1.96	30.9	17.1	
34	2782	84.90	163	42	2.03	30.5	17.1	
35	2782	87.60	163	44	1.99	31.5	17.1	
+ 1	2372	43.00	120	34	1.28	18.1	19.8	0.0
+ 2	730	18.20	113	21	0.86	24.9	6.5	
+ 3	550	14.90	110	26	0.57	26.9	5.0	
+ 4	500	14.10	105	25	0.56	28.2	4.8	
+ 5	318	13.20	101	24	0.55	41.4	3.2	
+ 6	500	12.70	97	24	0.53	25.4	5.2	
+ 7	500	11.85	95	21	0.56	23.7	5.3	
+ 8	365	10.80	95	21	0.52	29.6	3.8	
+ 9	318	12.10	93	22	0.55	38.0	3.4	
+ 10	410	11.30	95	23	0.49	27.6	4.3	
+ 11	410	11.50	94	21	0.55	28.0	4.4	
+ 12	410	11.80	93	20	0.58	28.8	4.4	
+ 13	410	11.00	94	22	0.50	26.8	4.4	
+ 14	318	11.50	--	22	0.53	36.1	---	
+ 15	410	11.55	--	20	0.58	28.2	---	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
+ 16	455	10.50	---	18	0.58	23.1	----	0.0
+ 17	500	11.65	---	19	0.62	23.3	----	
+ 18	365	10.65	---	19	0.56	29.2	----	
+ 19	318	9.30	---	13	0.71	29.2	----	
+ 20	275	11.40	---	18	0.63	41.5	----	
+ 21	318	10.50	---	18	0.58	32.9	----	

Vp 18:

J. Sch., 20 Jahre, 181 cm, 71 kg

Abs. Bestzeiten: 1:54,5; 2:29,6; 3:59,8; 16:04,0

Bestzeiten 1965: 1:54,5; 2:29,6; 3:59,8; 16:04,0

Sportl. Erfolge: Zweimaliger Hamburger Waldlaufmeister

Leichtathletisches Training seit 1963. Seit Winter 1964/1965

5 bis 6mal pro Woche 1 1/2stündige Langläufe (bis 100 km pro Woche).

Momentan: Seit 3 Wochen stark reduziertes Trainingsprogramm

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	302	10.20	52	15	0.67	33.8	5.2	0.0
1	2041	65.05	154	41	1.58	32.9	13.3	2.5
2	3015	78.00	158	41	1.91	25.9	19.1	
3	3247	77.15	156	46	1.67	23.8	20.8	
4	3015	69.65	156	48	1.46	23.6	19.3	3.0
5	3061	77.15	161	51	1.52	25.2	19.0	
6	3108	79.50	166	56	1.42	25.6	18.7	
7	3154	79.00	166	43	1.84	25.1	19.0	
8	3108	82.25	166	51	1.62	26.4	18.7	
9	3061	80.90	166	53	1.50	26.4	18.4	
10	3061	78.35	166	50	1.56	25.6	18.4	
11	3015	79.55	166	50	1.59	26.4	18.2	
12	2969	79.90	165	52	1.54	26.9	18.0	
13	2969	79.00	166	50	1.58	26.7	17.9	
14	3061	80.60	167	51	1.58	26.3	18.3	
15	3108	80.10	169	55	1.46	25.8	18.4	
16	3061	80.20	171	46	1.74	26.2	17.9	
17	3061	77.45	171	37	2.10	25.2	17.9	
18	3015	81.80	171	46	1.78	27.1	17.6	
19	3108	78.35	170	48	1.63	25.2	18.3	
20	2876	77.30	171	49	1.58	26.9	16.8	
21	2922	77.15	171	45	1.72	26.5	17.1	
22	2922	80.10	171	46	1.74	27.5	17.1	
23	2969	81.10	172	49	1.65	27.3	17.3	
24	2876	81.85	173	54	1.52	28.4	16.6	
25	2690	75.05	173	32	2.35	27.9	15.6	
26	3001	77.80	174	41	1.90	25.9	17.1	
27	2969	83.50	174	49	1.71	28.1	17.1	
28	2780	83.60	174	49	1.71	30.0	16.0	
29	3061	81.25	175	43	1.88	26.5	17.5	
30	2876	90.00	175	52	1.75	31.3	16.4	
31	3108	92.30	176	53	1.74	29.6	17.7	
32	2969	87.70	175	49	1.79	29.5	17.0	
33	2830	85.05	175	46	1.85	30.2	16.2	
34	2969	81.70	176	39	2.10	27.5	16.9	
35	3015	90.70	176	50	1.82	30.2	17.1	

Der Versuch mußte unterbrochen werden, da Außenluft in das Versuchssystem eindrang.

Vp 19:

W. Sch., 20 Jahre

Abs. Bestzeiten: 1:55,6; 3:55,0

Bestzeiten 1965: 1:55,6; 3:55,0

Leichtathletisches Training seit Winter 1961/1962. Seit 1 Jahr 4 bis 5maliges Training pro Woche, und zwar insgesamt 80 km.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	307	10.25	58	19	0.53	33.4	5.2	0.0
1	1195	35.55	143	34	1.04	29.8	8.3	2.5
2	2022	45.20	140	32	1.41	22.3	14.4	
3	2114	47.65	141	30	1.59	22.6	15.0	
4	2114	45.90	139	33	1.39	21.7	15.2	
5	2160	49.65	142	35	1.41	22.9	15.2	3.0
6	2343	53.50	146	33	1.62	22.7	16.2	
7	2389	54.50	149	35	1.56	22.8	16.0	
8	2343	57.25	149	35	1.64	24.4	15.7	
9	2289	55.25	148	34	1.63	24.1	15.5	
10	2389	57.10	148	37	1.65	23.9	16.1	
11	2435	58.75	150	38	1.55	24.2	16.2	
12	2389	58.85	151	35	1.68	24.6	15.8	
13	2389	58.50	151	36	1.63	24.5	15.8	
14	2389	57.25	150	35	1.64	24.0	15.9	
15	2435	59.20	150	36	1.65	24.3	16.2	
16	2435	54.50	150	33	1.65	22.4	16.2	
17	2435	61.20	149	35	1.75	25.2	16.3	
18	2389	61.30	149	40	1.54	25.7	16.0	
19	2481	57.90	150	29	2.00	23.3	16.5	
20	2573	60.30	152	33	1.83	23.4	16.9	
21	2527	63.05	152	40	1.58	25.0	16.6	
22	2435	62.05	152	37	1.68	25.6	16.2	
23	2527	62.90	152	41	1.54	24.9	16.6	
24	2573	61.20	153	36	1.70	23.8	16.8	
25	2573	66.95	154	42	1.59	26.0	16.7	
26	2573	63.05	154	41	1.54	24.5	16.7	
27	2481	60.30	154	40	1.52	24.3	16.1	
28	2481	65.40	154	40	1.64	26.3	16.1	
29	2573	61.40	155	38	1.62	23.9	16.6	
30	2573	64.30	154	40	1.61	26.6	16.7	
31	2527	-----	155	--	----	----	16.3	
32	2527	-----	155	--	----	----	16.3	
33	2481	-----	156	--	----	----	15.9	
34	2481	-----	156	--	----	----	15.9	
35	2527	-----	156	--	----	----	16.2	

AMV, Atemfrequenz, Atemvolumen und Atemäquivalent konnten nur bis zur 30. Minute bestimmt werden, da Außenluft in das Versuchssystem eindrang.

Vp 20:

E.H., 26 Jahre, 176 cm, 72 kg

Abs. Bestzeiten: 2:34,9; 4:02,7; 8:51,2; 15:18,9; 32:40,8

Bestzeiten 1965: 2:34,9; 4:02,7; 8:51,2; 15:18,9; 32:40,8

Seit 1958 4mal pro Woche leichtathletisches Langlauf-Training.

Seit 1964 5mal pro Woche Training, und zwar überwiegend Langläufe (15 bis 20 km).

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec	
Ruhe	---	----	56	--	----	----	6.1	0.0	
1	1761	42.30	100	27	1.53	24.0	19.0	2.5	
2	2346	52.00	111	28	1.86	22.2	21.3	3.0	
3	2642	56.25	114	30	1.87	21.3	23.2		
4	2689	59.00	120	28	2.11	22.0	22.5		
5	2828	62.25	120	31	2.01	22.0	23.6	3.5	
6	2967	67.85	124	33	2.05	22.8	23.9		
7	3059	65.00	131	37	1.76	21.2	23.4		
8	3106	66.75	132	37	1.81	21.5	23.5		
9	2967	64.30	132	30	2.15	21.7	22.5		
10	2828	64.95	128	36	1.80	22.9	21.1	3.0	
11	2735	64.10	125	35	1.84	23.5	21.7		
12	2642	63.90	125	35	1.83	24.2	21.1		
13	2550	61.90	125	34	1.83	24.2	20.4		
14	2550	59.90	125	35	1.72	23.5	20.4		
15	2642	61.80	125	33	1.87	23.4	21.1		
16	2596	58.85	126	33	1.78	22.7	20.6		
17	2596	62.65	126	35	1.79	24.2	20.6		
18	2550	61.55	125	36	1.73	24.2	20.4		
19	2642	58.10	126	30	1.94	22.0	21.0		
20	2596	59.30	126	32	1.85	22.9	20.6		
21	2550	59.30	126	30	1.99	23.3	20.2		
22	2550	59.10	126	30	1.97	23.2	20.2		
23	2596	63.95	126	33	1.94	24.6	20.6		
24	2596	63.30	126	35	1.81	24.4	20.6		
25	2596	60.20	126	33	1.83	23.2	20.6		
26	2689	63.10	126	32	1.97	23.5	21.3		
27	2596	60.70	127	34	1.78	23.4	20.4		
28	2596	60.80	127	32	1.91	23.4	20.4		
29	2642	62.55	127	35	1.79	23.7	20.8		
30	2642	63.65	128	34	1.87	24.2	20.6		
31	2596	61.55	127	35	1.76	23.7	20.4		
32	2642	60.85	128	33	1.85	23.1	20.6		
33	2642	61.90	129	36	1.72	23.4	20.5		
34	2642	63.30	130	35	1.81	24.0	20.3		
35	2642	63.75	130	35	1.82	24.2	20.3		
36	2689	64.15	130	34	1.89	24.0	20.7		
+	1	1576	29.50	98	22	1.34	18.7	16.1	0.0
+	2	603	15.30	94	16	0.95	25.4	6.4	
+	3	510	14.00	90	17	0.83	27.5	5.7	
+	4	464	12.40	89	14	0.89	26.7	5.2	
+	5	371	9.90	87	14	0.71	26.7	4.3	
+	6	371	10.75	77	13	0.83	29.0	4.8	
+	7	371	12.25	76	14	0.88	33.0	4.9	
+	8	371	7.90	72	12	0.66	21.3	5.2	
+	9	464	11.00	80	10	1.10	23.7	5.8	
+	10	464	9.70	84	11	0.89	20.8	5.5	
+	11	371	9.85	80	14	0.71	26.5	4.6	
+	12	278	9.80	79	14	0.71	35.2	3.5	
+	13	417	10.15	--	10	1.01	24.3	---	
+	14	417	8.75	--	11	0.80	21.0	---	

Vp 21:

P.A., 21 Jahre, 170 cm, 65 kg

Abs. Bestzeiten: 1:58,7; 2:33,9; 4:02,4; 8:53,4; 15:47,4

Bestzeiten 1965: 2:02,7; 2:34,8; 4:02,4; 8:56,4; 15:47,4

Training seit 1958. Seit 1962 5mal pro Woche Training,
und zwar 4mal Läufe bis 20 km und 1mal Intervalle.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	254	6.45	61	13	0.49	25.4	4.1	0.0
1	1201	51.00	147	28	1.82	42.5	8.3	2.5
2	1940	51.70	145	26	1.99	26.6	13.4	
3	1987	50.05	142	26	1.93	25.3	14.0	
4	2033	50.35	144	29	1.74	24.8	14.1	3.0
5	2079	52.10	147	28	1.86	25.1	14.1	
6	2264	55.75	148	29	1.92	24.6	15.3	
7	2310	58.60	148	33	1.77	25.3	15.6	
8	2356	57.80	148	32	1.81	24.5	15.9	
9	2218	54.30	148	29	1.87	24.5	15.0	
10	2125	54.25	149	29	1.87	25.5	14.3	
11	2218	55.75	151	31	1.81	25.2	14.7	
12	2218	56.30	151	31	1.82	25.5	14.7	
13	2310	57.10	151	30	1.89	24.8	15.3	
14	2310	56.65	151	31	1.83	24.5	15.3	
15	2356	54.45	152	31	1.76	23.6	15.5	
16	2218	56.15	153	34	1.65	25.4	14.5	
17	2218	56.50	154	34	1.66	25.5	14.4	
18	2218	57.70	154	35	1.65	25.9	14.4	
19	2218	57.05	154	24	2.38	25.7	14.4	
20	2264	56.85	155	31	1.83	25.1	14.6	
21	2264	56.65	156	32	1.77	25.0	14.5	
22	2264	55.95	157	31	1.81	24.7	14.4	
23	2310	55.80	158	32	1.74	24.2	14.6	
24	2310	57.50	159	35	1.65	24.8	14.5	
25	2310	58.20	159	35	1.66	25.2	14.5	
26	2310	53.85	159	30	1.79	23.3	14.5	
27	2356	52.90	160	30	1.76	22.4	14.7	
28	2356	54.50	160	29	1.87	23.2	14.7	
29	2310	53.85	161	30	1.79	23.3	14.3	
30	2356	55.75	161	33	1.69	23.6	14.6	
31	2310	55.40	161	33	1.68	24.0	14.3	
32	2310	55.10	161	32	1.72	23.9	14.3	
33	2310	55.65	161	33	1.68	24.1	14.3	
34	2310	54.65	161	30	1.82	23.7	14.3	
35	2310	55.35	161	30	1.84	24.0	14.3	
36	2310	53.65	161	32	1.67	23.3	14.3	
37	2310	57.00	161	31	1.84	24.6	14.3	
+ 1	1894	31.00	130	23	1.35	16.4	14.6	0.0
+ 2	831	15.45	128	17	0.91	18.5	6.5	
+ 3	554	11.25	123	18	0.63	20.3	4.5	
+ 4	416	11.80	122	16	0.74	28.3	3.4	
+ 5	416	10.10	121	17	0.59	24.3	3.4	
+ 6	370	8.90	118	17	0.53	24.0	3.1	
+ 7	277	7.15	113	15	0.47	24.9	2.5	
+ 8	370	9.15	115	13	0.71	24.7	3.2	
+ 9	370	8.90	113	13	0.68	24.0	3.3	

Vp 22:

U.S., 26 Jahre, 184 cm, 72 kg

Abs. Bestzeiten: 1:51,2; 2:29,1; 3:50,2

Bestzeiten 1965: 9:23,0

Von 1962 bis 1964 pausiert. Heute 4mal pro Woche Training,
und zwar Läufe bis 15 km.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A...	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	397	12.10	63	16	0.75	30.5	5.9	0.0
1	1777	38.45	131	22	1.79	22.2	13.6	2.5
2	2431	48.75	133	24	2.03	20.1	18.3	3.0
3	2759	59.25	137	29	2.04	21.5	20.1	
4	2950	64.75	143	31	2.07	21.9	20.6	
5	2759	67.75	143	36	1.90	24.5	19.3	
6	2759	65.95	146	33	2.00	23.9	18.9	
7	2852	66.65	147	36	1.85	23.3	19.4	
8	2899	64.25	147	34	1.88	22.2	19.7	
9	2759	65.85	148	33	2.00	23.8	18.6	
10	2710	60.55	148	27	2.24	22.3	18.6	
11	2710	59.90	150	26	2.31	22.1	18.1	
12	2805	56.00	150	24	2.33	20.0	18.7	
13	2805	58.90	150	27	2.18	21.0	18.7	
14	2759	58.25	150	26	2.24	21.1	18.4	
15	2759	56.20	150	25	2.30	20.4	18.4	
16	2805	65.90	151	31	2.12	23.5	18.6	
17	2805	64.95	150	31	2.10	23.1	18.7	
18	2665	63.45	150	29	2.18	23.8	17.8	
19	2805	71.80	151	36	2.00	25.5	18.6	
20	2992	70.20	153	35	2.01	23.5	19.6	
21	2899	71.10	153	39	1.83	24.6	18.9	
22	2805	71.30	152	41	1.75	25.4	18.5	
23	2805	69.90	152	38	1.84	24.9	18.5	
24	2805	69.65	153	37	1.88	24.8	18.3	
25	2852	71.45	153	38	1.87	25.0	18.6	
26	2852	67.65	154	34	2.00	23.8	18.5	
27	2852	67.85	154	35	1.94	23.8	18.5	
28	2852	71.30	155	40	1.77	25.0	18.4	
29	2710	67.90	154	37	1.84	25.1	17.6	
30	2899	71.40	155	39	1.83	24.6	18.7	
31	2852	68.70	154	39	1.76	24.1	18.5	
32	2759	72.20	155	39	1.85	26.1	17.8	
33	2805	72.90	156	38	1.92	25.9	18.0	
34	2852	68.95	157	34	2.03	24.2	18.2	
35	2852	74.10	157	40	1.86	26.0	18.2	
36	2805	73.85	158	39	1.90	26.3	17.8	
37	2805	72.90	159	40	1.83	26.0	17.6	
38	2805	71.00	158	36	2.00	25.4	17.8	
39	2710	72.80	158	39	1.86	26.8	17.2	
40	2805	76.05	158	40	1.71	27.1	17.8	
41	2805	74.75	159	38	1.96	26.6	17.6	
42	2805	76.20	158	41	1.91	27.2	17.8	
+	1	1917	40.15	120	26	1.55	21.1	0.0
+	2	655	24.50	115	20	1.22	37.5	5.7
+	3	468	14.80	107	22	0.67	31.6	4.4
+	4	468	14.55	105	19	0.76	31.0	4.5

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec	
+	5	655	16.30	103	18	0.90	24.8	6.4	0.0
+	6	421	11.10	96	17	0.65	26.5	4.4	
+	7	234	12.30	97	14	0.87	52.5	2.4	
+	8	374	10.10	96	14	0.72	27.0	3.9	
+	9	281	10.25	96	15	0.69	36.5	2.9	
+	10	374	11.05	97	16	0.70	29.5	3.9	
+	11	468	10.70	95	17	0.63	22.8	4.9	
+	12	374	10.40	95	16	0.65	27.7	4.0	
+	13	374	9.70	--	16	0.62	25.8	---	
+	14	513	10.10	--	14	0.72	19.7	---	
+	15	468	12.85	--	14	0.92	27.4	---	
+	16	374	7.30	--	15	0.48	19.5	---	
+	17	420	10.60	--	15	0.71	25.2	---	
+	18	374	9.10	--	10	0.91	24.3	---	
+	19	374	9.15	--	15	0.62	24.2	---	
+	20	450	8.70	--	17	0.52	19.3	---	

Vp 23:

F.B., 29 Jahre, 170 cm, 66 kg

Abs. Bestzeiten: 4:01,3; 8:54,2; 15:05,0

Bestzeiten 1965: 4:10,6; 9:03,0; 15:32,0

Seit 1955 im Training. 1955 bis 1959 2 bis 3mal pro Woche

Lauftraining bis 15 km. 1959 bis 1961 Trainingspause.

Ab 1962 3 bis 4mal pro Woche lange Läufe (bis 15 km)
im Wechsel mit Intervallen.

Momentan: 1mal pro Woche Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	325	11.45	58	16	0.72	35.2	5.2	0.0
1	1913	47.85	154	42	1.14	25.0	12.4	2.5
2	3396	90.45	156	49	1.84	26.7	21.8	
3	2893	74.45	153	49	1.64	25.8	18.9	
4	2846	68.00	147	52	1.31	24.0	19.4	
5	2753	58.70	143	50	1.18	21.3	19.3	
6	2426	62.70	145	51	1.22	25.8	16.7	
7	2473	60.30	145	49	1.28	24.4	17.1	3.0
8	2799	63.50	150	40	1.59	22.7	18.7	
9	2893	64.00	151	39	1.64	22.2	19.4	
10	2893	64.90	152	38	1.71	22.4	19.0	
11	2893	67.10	151	42	1.61	23.3	19.1	
12	2799	65.60	152	41	1.60	23.4	18.4	
13	2799	64.40	151	34	1.90	23.0	18.5	
14	2753	61.75	151	31	1.99	22.4	18.2	
15	2753	62.25	151	36	1.73	22.6	18.2	
16	2706	60.40	151	32	1.88	22.3	17.9	
17	2753	63.10	151	37	1.67	22.8	18.3	
18	2753	64.90	151	36	1.80	23.5	18.3	
19	2706	64.55	151	29	2.23	23.8	17.9	
20	2706	64.10	151	45	1.43	23.7	17.9	
21	2706	62.95	151	36	1.75	23.2	17.9	
22	2659	63.25	151	34	1.86	23.7	17.6	
23	2753	66.25	152	36	1.84	24.0	18.0	
24	2846	65.30	153	33	1.98	23.0	18.6	
25	2846	61.85	153	31	2.00	21.8	18.6	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
26	2799	65.25	153	39	2.10	23.3	18.3	3.0
27	2799	64.45	153	31	2.07	23.0	18.3	
28	2799	67.85	153	32	2.11	24.2	18.3	
29	2753	67.05	154	36	1.85	24.3	17.9	
30	2939	67.35	153	34	1.98	22.9	19.2	
31	2893	65.05	153	36	1.82	22.5	18.9	
32	2893	65.20	154	38	1.71	22.6	18.8	
33	2753	64.00	153	36	1.78	23.2	18.0	
34	2753	64.60	153	36	1.80	23.4	18.0	
35	2706	63.40	153	32	1.99	23.4	17.7	
36	2799	65.40	---	40	1.64	23.4	----	
37	2706	64.25	---	40	1.61	23.7	----	
38	2610	64.85	---	38	1.71	24.8	----	
39	2706	63.30	---	33	1.92	23.4	----	
40	2753	62.90	---	40	1.58	22.8	----	
+	1	1586	30.40	115	20	1.52	19.2	0.0
+	2	746	21.95	103	17	1.29	29.5	7.2
+	3	654	20.00	92	18	1.11	30.8	7.1
+	4	373	21.20	93	18	1.19	57.7	4.0
+	5	280	15.45	87	21	0.73	55.1	3.2
+	6	467	18.40	89	19	0.96	39.6	5.3
+	7	373	17.30	85	17	1.01	46.8	4.4
+	8	373	16.10	86	17	0.95	44.5	4.4
+	9	467	-----	88	--	-----	-----	5.3
+	10	373	-----	85	--	-----	-----	4.4

Vp 24:

E.Z., 24 Jahre

Abs. Bestzeiten: 9:07,8; 15:53,0

Bestzeiten 1965: 15:53,0

Im Training seit 1961, und zwar 4mal pro Woche lange Läufe bis zu 20 km, Tempoläufe, Fahrtspiel und Intervalle.

Momentan: Normales Training

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec
Ruhe	365	7.65	59	13	0.58	21.0	5.5	0.0
1	1975	43.85	156	29	1.51	22.2	12.6	3.35
2	2845	61.00	160	33	1.85	21.5	17.7	
3	2980	61.10	165	31	1.97	20.5	18.1	
4	2980	61.45	166	32	1.92	20.6	18.0	
5	3035	64.50	163	34	1.89	21.2	18.6	
6	3220	70.00	164	34	2.06	21.7	19.7	
7	3410	72.50	165	37	1.96	21.3	20.6	
8	3220	70.85	167	32	2.24	22.0	19.3	
9	3125	73.90	167	39	1.89	23.6	18.7	
10	3035	70.05	167	38	1.85	23.2	18.1	
11	3262	73.15	167	39	1.88	22.4	19.5	
12	3217	73.75	167	39	1.89	22.9	19.3	
13	3171	70.75	167	37	1.92	22.4	19.0	
14	3125	72.25	168	41	1.77	23.1	18.6	
15	3217	72.95	169	40	1.83	22.7	19.0	

Min	O ₂ -A	AMV	H.f.	A.f.	A.v.	A.Ä.	O ₂ -P	m/sec	
16	3308	69.60	170	40	1.74	21.0	19.5	3.35	
17	3262	65.80	169	39	1.69	20.2	19.3		
18	3262	63.80	169	36	1.77	19.5	19.3		
19	3217	64.00	170	39	1.64	19.9	18.9		
20	3171	70.65	170	41	1.72	22.3	18.7		
21	3262	70.15	171	38	1.85	21.5	19.1		
22	3217	68.75	170	40	1.72	21.4	18.9		
23	3217	69.10	169	40	1.73	21.5	19.0		
24	3125	70.35	170	40	1.76	22.5	18.4		
25	3125	69.00	171	38	1.81	22.1	18.3		
26	3217	69.70	172	41	1.70	21.7	18.7		
27	3217	70.65	173	39	1.82	22.0	18.6		
28	3262	71.05	174	42	1.69	21.8	18.2		
29	3262	70.85	174	40	1.77	21.7	18.2		
30	3262	71.35	174	40	1.78	21.8	18.2		
31	3262	71.10	173	41	1.74	21.8	18.9		
32	3217	70.90	174	39	1.83	22.0	18.5		
33	3217	69.75	174	39	1.79	21.7	18.5		
34	3262	68.40	174	40	1.72	20.9	18.2		
35	3262	69.80	174	41	1.70	21.3	18.2		
36	3262	72.20	---	42	1.73	22.1	----		
37	3262	71.90	---	41	1.75	22.0	----		
38	3262	72.60	---	44	1.65	22.2	----		
39	3217	71.55	---	43	1.67	22.2	----		
40	3262	73.20	---	45	1.63	22.4	----		
41	3217	69.00	---	40	1.73	21.5	----		
42	3262	72.35	---	44	1.65	22.1	----		
43	3217	70.65	---	41	1.73	22.0	----		
44	3262	71.40	---	41	1.74	21.8	----		
45	3262	72.70	---	44	1.66	22.2	----		
46	3262	-----	---	41	----	----	----		
+	1	2022	36.45	144	28	1.30	18.0	15.4	0.0
+	2	644	16.30	128	19	0.86	25.5	5.0	
+	3	551	12.30	117	18	0.68	22.4	4.7	
+	4	505	12.65	111	21	0.60	25.0	4.5	
+	5	322	11.65	104	22	0.53	36.2	3.1	
+	6	368	11.45	104	20	0.57	31.1	3.5	
+	7	---	-----	102	--	----	----	---	
+	8	---	-----	103	--	----	----	---	

IV. Besprechung der Ergebnisse

1. Atemminutenvolumen, Atemfrequenz und Atemvolumen

Unsere AMV-Werte in Ruhe (Tabelle 1) entsprechen in etwa denen von HOLLMANN (31), unsere AMV-Belastungswerte denen von KIRCHHOFF, REINDELL und GEBAUER (37) und HOLLMANN (31). Solche Vergleiche sind jedoch schwierig zu ziehen, da ein Vergleich Ergometer - und Laufbandbelastung nur bedingt möglich ist. Aus zahlreichen Veröffentlichungen über Schein-steady-state-Ventilationsgrößen bei verschieden starker Belastung konnten wir aber bestimmte Vergleiche gewinnen. So entspricht nach KIRCHHOFF (37) ein AMV von 56,9 Liter einer Belastung von 200 Watt und ein AMV von 85,0 Liter einer Belastung von ungefähr 220 Watt. REINDELL (60) findet bei 225 Watt eine O_2 -Aufnahme von ca 2800 ml und einen O_2 -Puls von 18,0 bis 18,2. Unsere Mittelwerte für AMV, O_2 -Aufnahme und O_2 -Puls betragen 69 bis 70 Liter, 2790 bis 2810 ml und 17,7 bis 18,0, entsprechen in ihrer Größe also weitgehend denen obiger Autoren. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß unsere Laufbandbelastung von 3,0 bis 3,8 m/sec einer Ergometerbelastung von 215 bis 230 Watt gleichzusetzen ist. Dies wird durch weitere Ergebnisse aus der Literatur bestätigt. HOLLMANN (31) gibt zum Beispiel für eine Belastung von 210 Watt folgende Mittelwerte an: O_2 -Aufnahme 2720 ml, AMV 73,20 Liter und $\dot{V}_{E, \text{max}}$ 24,0. Mit Ausnahme der O_2 -Aufnahme liegen unsere entsprechenden Mittelwerte geringfügig unter diesen von HOLLMANN gefundenen Werten, so daß auch hier eine Belastung von 215 bis 230 Watt Mittelwerte hervorrufen würde, wie wir sie bei unserer Laufbandbelastung im Schein-steady-state gewonnen haben.

Schon lange ist bekannt, daß das AMV Trainierter geringer ist als das Untrainierter (LOEWY und KNOLL, FLEISCH (13), LILJESTRAND (47), LINDHARD zitiert nach CHRISTENSEN (9)). Lediglich HERXHEIMER (18) fand keine Abnahme des AMV bei Sportlern! HOLLMANN (29) beobachtete sogar eine Abnahme während der Arbeit um 33 %. Begründet wurde diese Erscheinung damit, daß Trainierte im Gegensatz zu Untrainierten dazu in der Lage sind, anfallende Belastungen mit vertieftem Atemvolumen zu beantworten (optimale Tiefe des Atemvolumens nach ROHRER (61), KNOLL (41), SCHOTT, HANSEN (15)), während Untrainierte auf Belastungen mit Atemfrequenzsteigerungen reagieren. Diese Frequenzsteigerungen bedingen größere Totraumventilation und vermehrte Aktivität der Atemmuskulatur und damit einen gesteigerten O_2 -Verbrauch. Nach KARPOVICH (zitiert nach HOLLMANN (31)) werden zur Respiration von 1 Liter Luft 5,5 ml O_2 benötigt, d. h. bei einem AMV von 50 Litern werden allein 275 ml O_2 für die Tätigkeit der Atemmuskulatur gebraucht.

Bei unseren Probanden zeigten sich nun teilweise erhebliche Unterschiede in den Einzelwerten der Atemminutenvolumina. Ursachen hierfür können aber

nicht nur der unterschiedliche Trainingszustand oder eine für den jeweiligen Trainingszustand zu geringe, bzw. - in einem Fall - zu hohe Laufgeschwindigkeit sein. Zwei unserer Probanden (Vp 2 und 7), die beide ein AMV von über 80 Liter aufweisen, und deshalb im Gegensatz zu den anderen Probanden leistungsschwächer sein müßten, sind nämlich ausgezeichnete Langstreckler, die beide schon mehr als 10 Jahre regelmäßig trainieren und zahlreiche Deutsche Meistertitel errungen haben. Als weitere mögliche Ursache scheidet auch eine psychische Beeinflussung bei diesen beiden Versuchspersonen aus. Dagegen spricht nämlich einmal die durchgehende Konstanz ihrer Werte und zum anderen die Tatsache, daß gerade diese beiden Läufer wiederholt auf einem Laufband gelaufen sind. Unterschiedliche Atemminutenvolumina können nach MELLEROWICZ (50) auch durch verschiedene Bewegungs- und Atmungsökonomie sowie durch morphologische Faktoren (Alveolarmembran, Kapillarbeschaffenheit usw.) entstehen. Alle diese Punkte treffen bei Vp 2 und Vp 7 als Ursachen für ihr hohes AMV jedoch nicht zu. Eine Erklärung kann jedoch gegeben werden, wenn nicht das AMV von Untrainierten und Trainierten verglichen wird, sondern wenn man die AMV-Abnahme gleicher Personen während eines mehrmonatigen oder mehrjährigen Trainings betrachtet. Dann würden die stark differierenden AMV-Werte unserer Probanden individuellen Faktoren zugeschrieben werden können. Nur die AMV-Veränderungen während eines längeren Zeitraumes bei gleichen Personen gestattet dann einen Hinweis auf den Trainingszustand dieser Personen.

Besonderheiten von Atemvolumen und Atemfrequenz wurden bei fast jedem Probanden beobachtet. So zeigen 5 Probanden inspiratorische oder expiratorische Pausen (2 bis 6mal pro Minute). Bei 5 Versuchspersonen treten Zeitspannen geringerer Atemfrequenz und bei 17 anderen periodische besonders tiefe Inspirationen auf. Die Atemfrequenzverminderung ist besonders deutlich bei Vp 10 zu sehen, die etwa 2mal in 3 Minuten Frequenzabnahmen bis auf minimal 18 Atemexkursionen pro Minute aufweist. (Abbildung 6). DITTRICH (11) macht hierfür u. a. konzentriertes Hören während des Laufens verantwortlich. Der Atemvorgang ruft in Bronchien, Nasen - Rachenraum und Nasenvorhof innere Geräusche hervor, die über Knochen und tuba Eustachii dem Innenohr zugeleitet werden. Übersteigen diese Geräusche eine gewisse Stärke (wie zum Beispiel bei vorzierter Atmung während eines Laufes), so stören sie die Schallaufnahme von außen. Konzentriert man sich nun während des Laufens auf äußere Geräusche, so werden zwecks besseren Hörens dieser Geräusche reflektorisch durch Frequenzverminderung der Atmung die inneren Geräusche eingeschränkt.

Die periodischen, bis zu doppelt so tiefen einzelnen Inspirationen während des Laufens treten bei unseren Probanden durchschnittlich 1 bis 3mal pro Minute auf. DITTRICH (11) bezeichnet sie mit "Seufzerzwang" und beschränkt ihr Auftreten nur auf starke sportliche Leistungen. Eine Erklärung des "Seufzerzwanges" sucht er in HILLS (21) Behauptung, daß die Beibehaltung einer

Abbildung 6: Periodischer Wechsel einer hochfrequenten mit einer niederfrequenten Atmung während eines 50-minütigen Laufes im Schein-steady-state (spirographische Aufzeichnung des Laufes von Vp 10 während der 26. bis 31. Minute).

Laufminuten

30

31

28

27

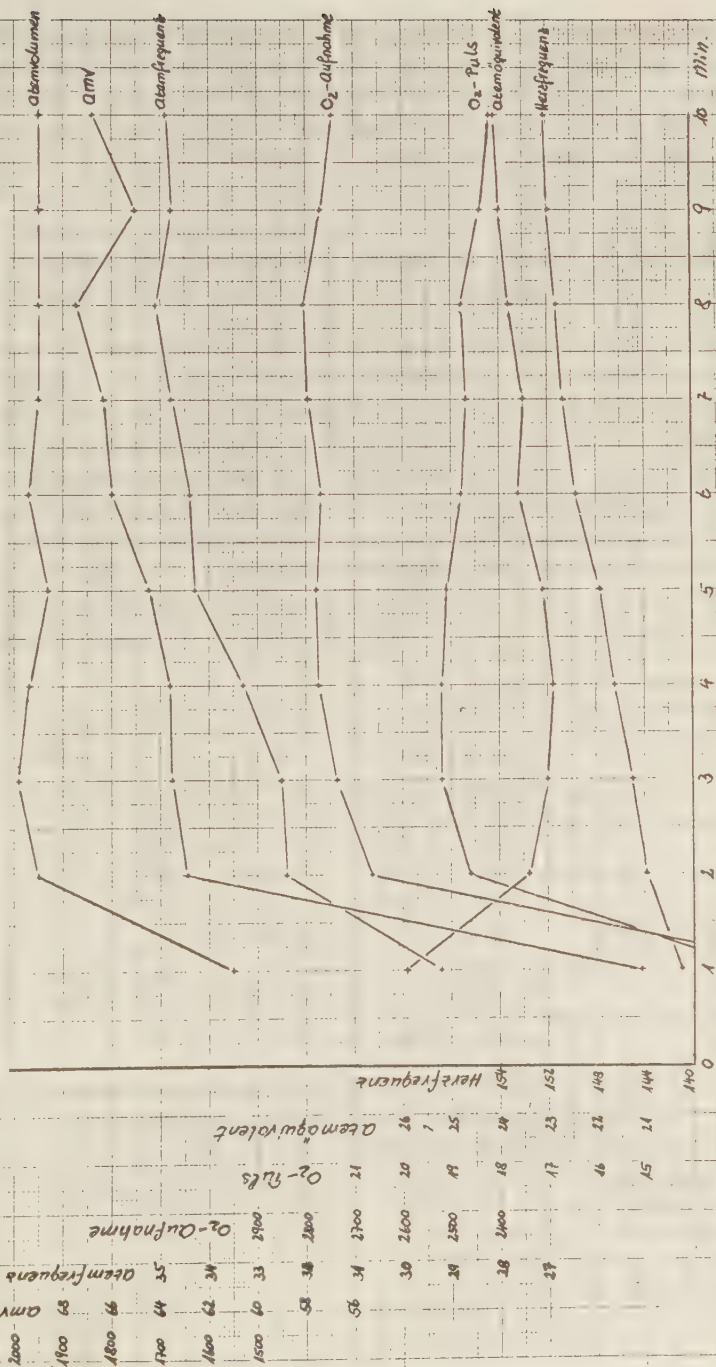
26

möglichst ruhigen Atemführung auch während sportlicher Arbeit die O_2 -Schuld in erträglichen Grenzen hält, ohne die Leistungsfähigkeit des Sportlers zu beeinträchtigen. DIETRICH (11) glaubt, daß die Bedeutung des "Seufzerzwanges" dann darin liege, die Spitzen maximaler O_2 -Schuld zu brechen. Dem "Seufzerzwang" könnte damit die Bedeutung eines periodisch intermittierenden Vor- u. Nachatmens zugeschrieben werden. Der große Vorteil dieser Atmungsart liegt in dem stärkeren Kreislaufantrieb durch periodische tiefe Inspirationen, d.h. in der vermehrten Füllung des Lungenstrombettes und in der vermehrten Entleerung von Leber, Milz und Eingeweide.

AMV und O_2 -Aufnahme gleichen sich im steady-state dem O_2 -Bedarf des Organismus an. In der Zeit zwischen Belastungsbeginn und Erreichen des steady-state (Anlaufphase) steigen AMV und O_2 -Aufnahme in bestimmter Gesetzmäßigkeit bis zu einem konstanten Niveau an. Dauer und Größe dieses Anstiegs hängen entscheidend von Arbeitsintensität, Arbeitstempo und Allgemeinzustand der Versuchsperson ab (HANSEN (15)), und zwar ist die Dauer dieser Anlaufphase direkt proportional der Arbeitsintensität und umgekehrt proportional der Leistungsfähigkeit. Unterschiedliche Angaben der Literatur über die Dauer der Anlaufphase beruhen im wesentlichen darauf, daß nicht von gleichen Versuchsbedingungen ausgegangen wurde. Nur so sind zum Beispiel die stark differierenden Angaben über die Dauer der Anlaufphase der Ventilation zu erklären. LILJESTRAND und STENSTRÖM (47) fanden für die O_2 -Aufnahme eine Anlaufphase von 0,8 Minuten Dauer, HILL und LUPTON (21) hingegen schon 2 1/2 Minuten. In den angegebenen Zeiten beobachteten LILJESTRAND und STENSTRÖM (47) eine O_2 -Aufnahme von 3300 ml/min, HILL und LUPTON (21) eine O_2 -Aufnahme von 2000 bis 3000 ml/min. BOCK und Mitarbeiter (5) berichten von 2 bis 4 Minuten, die bis zum Erreichen des steady-state vergehen; KROGH und LINDHARD (44) geben eine Zeit von mehr als 4 Minuten an und auch HERXHEIMER (19) spricht davon, daß bei harter Arbeit die Anlaufphase 4 und mehr Minuten betragen kann. BOLT, KNIPPING, VALENTIN und VENRATH (6) berichten von 4 bis 7 Minuten, die erforderlich sind, um ein steady-state zu erreichen, und HOLLMANN (31) schreibt schließlich, daß bei konstanter, nicht sehr schwerer Arbeit zunächst ein steady-state nach etwa 3 bis 4 Minuten von der Atemfrequenz und erst nach 5 bis 6 Minuten vom Atemvolumen erreicht wird. Ein steady-state des AMV wäre nach HOLLMANN (31) also ab 5. bis 6. Minute gegeben.

Unsere eigenen Untersuchungen zeigen einen sehr raschen Anstieg des AMV bis zur 2. Minute und einen langsameren Anstieg von der 3. bis zur 6. Minute. Danach folgen in der 8. Minute das schon beschriebene Maximum, bis zur 15. Minute nur noch ganz geringfügig steigende AMV-Werte und von der 15. bis zur letzten Laufminute konstante steady-state Werte (Abbildung 7 und 8). Wir halten es daher für angebracht, die Anlaufphase zu unterteilen, und zwar in

Abbildung 7: Mittlerer Anstieg von O_2 -Aufnahme, Herzfrequenz, O_2 -Puls, Atemäquivalent, Atemfrequenz, Atemvolumen und Atemminutenvolumen in den ersten 10 Minuten eines 35-minütigen Laufes im Schein-steady-state.



007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020	021	022	023	024	025	026	027	028	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	039	040	041	042	043	044	045	046	047	048	049	050	051	052	053	054	055	056	057	058	059	060	061	062	063	064	065	066	067	068	069	070	071	072	073	074	075	076	077	078	079	080	081	082	083	084	085	086	087	088	089	090	091	092	093	094	095	096	097	098	099	100
007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020	021	022	023	024	025	026	027	028	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	039	040	041	042	043	044	045	046	047	048	049	050	051	052	053	054	055	056	057	058	059	060	061	062	063	064	065	066	067	068	069	070	071	072	073	074	075	076	077	078	079	080	081	082	083	084	085	086	087	088	089	090	091	092	093	094	095	096	097	098	099	100

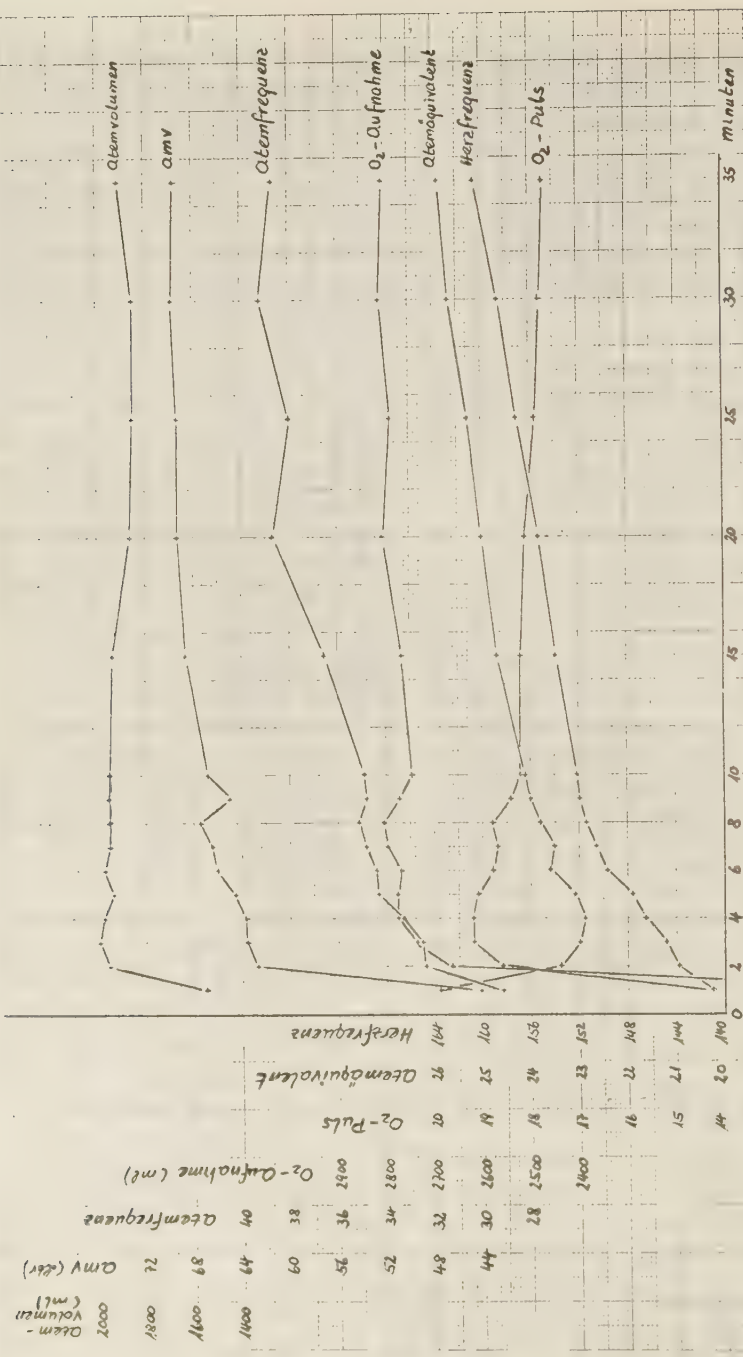


Abbildung 8: Verhalten von Atemminutenvolumen, Atemfrequenz, O₂-Puls, Atemvolumen, O₂-Aufnahme, Atemäquivalent und Herzfrequenz während 35-minütigem Laufes im Schein-steady-state.

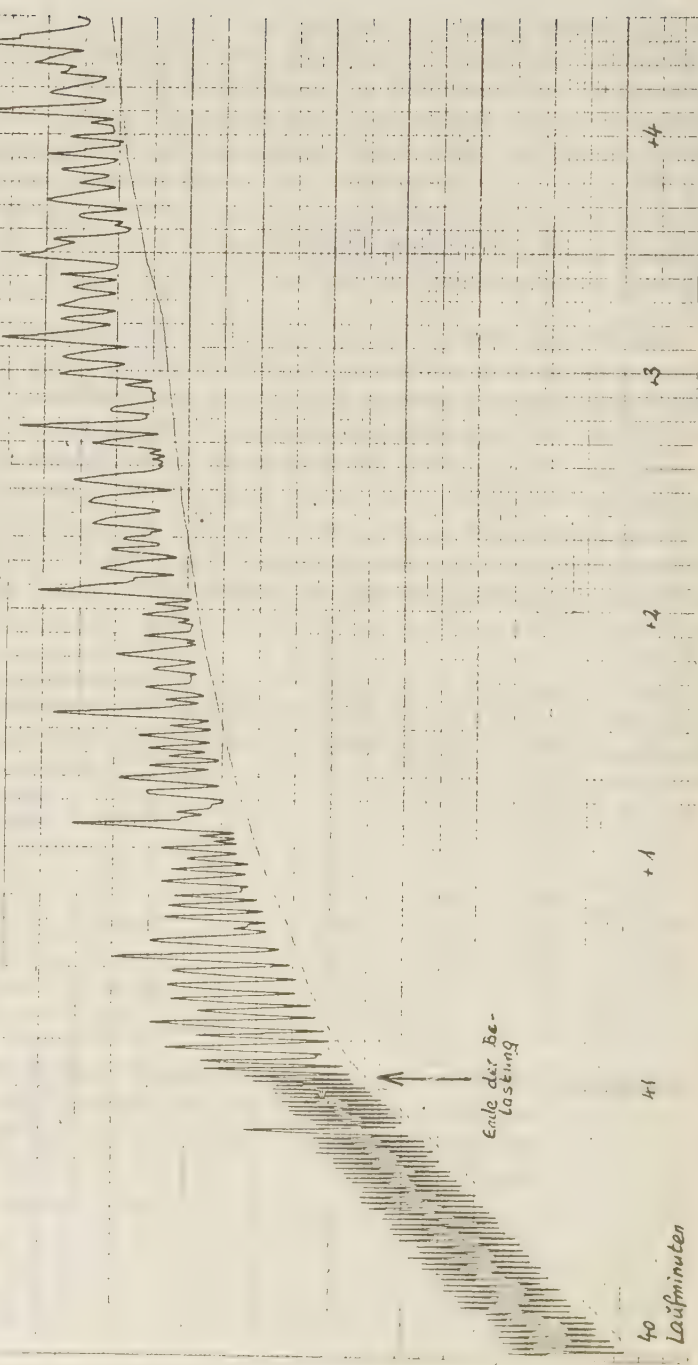
einen schnell steigenden 1. Teil (1. und 2. Minute) und in einen langsamer steigenden 2. Teil (3. bis 6. Minute). Die gleiche Unterteilung trifft für Atemfrequenz und O_2 -Aufnahme zu. Im Gegensatz zu HOLLMANN (31) erreicht in unseren Versuchen jedoch zunächst das Atemvolumen (nach 2 Minuten) ein steady-state (Tabelle 10), während die Anlaufphase der Atemfrequenz wie die des AMV 6 Minuten dauert (1. und 2. Teil). Ein langsamer Anstieg der Atemfrequenz zwischen 10. und 20. Minute wird durch einen entsprechenden Abfall des Atemvolumens nicht vollständig kompensiert, so daß bis zur 15. bis 20. Minute noch ein ganz geringer Anstieg des AMV resultiert (Abbildung 8).

Sehr strengen Gesetzmäßigkeiten unterliegt die Abnahme des AMV in der Erholungsphase nach Belastungen im Schein-steady-state (Abbildung 9). Sowohl nach vorhergehendem 4minütigem Testlauf als auch nach 35 bis 42minütigem Lauf fanden wir einen ganz charakteristischen Abfall des AMV auf 50 % in der ersten, 25 % in der zweiten und 20 % in der dritten Minute nach Laufende. Atemfrequenz und Atemvolumen zeigten diese Gesetzmäßigkeiten nicht. Von diesen 3 Größen normalisiert sich das AMV als erstes, und zwar liegt es in der 10. Minute nur noch um 1,2 % des Differenz-AMV der letzten Laufminute über dem Ruhe-AMV. Es folgen Atemvolumen und Atemfrequenz mit 1,7 % und 3,5 % der entsprechenden Differenzwerte (Tabelle 27).

Minuten	AMV	A.v.	O_2 -A.	A.f.	O_2 -P	H.f.
letzte Laufmin.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1	42,5	85,6	65,0	33,7	86,2	66,5
2	14,0	36,5	15,3	13,7	3,2	60,5
3	7,2	18,6	10,6	10,2	-1,6	55,5
4	5,9	17,8	5,9	7,8	-9,7	52,2
5	4,0	7,6	3,4	6,3	-10,5	49,3
10	1,2	1,7	3,4	3,5	-8,9	41,0
15	1,5	-6,8	2,7	11,4	----	----
20	0,2	-8,5	1,9	7,8	----	----

Tabelle 27: Prozentuale Abnahme des Differenzbetrages aus Wert der letzten Laufminute und Ruhewert bei verschiedenen Ventilations- und Kreislaufgrößen nach 35 bis 42minütigem Lauf im Schein-steady-state.

Abbildung 9: Spirographische kurve von Vp 1 in den ersten 4 Minuten
 der Erholungsphase nach 41- minütigem Lauf im Schein-steady-state.



Ein Vergleich mit O_2 -Aufnahme und Herzfrequenz zeigt, daß letztere in der 10. Minute der Erholungsphase noch um 3,4 % und 41,0 % ihrer Differenzbeträge der letzten Laufminute über den Ruhewerten liegen. Der O_2 -Puls ist schon in der 2. Minute bis auf 3,2 % abgesunken (Tabelle 27). Diese sehr schnelle Abnahme des O_2 -Pulses bedeutet jedoch keine Normalisierung des Kreislaufes. Sie kommt zustande durch den raschen Abfall der O_2 -Aufnahme auf der einen durch die nur allmähliche Normalisierung der Herzfrequenz auf der anderen Seite. Der Quotient aus O_2 -Aufnahme und Herzfrequenz (O_2 -Puls) wird entsprechend klein, sinkt weit unter seinen Ruhewert von 5,3 ab und erreicht diesen erst wieder, wenn die Herzfrequenz weiter abgefallen ist. Von einer Normalisierung des O_2 -Pulses kann also erst gesprochen werden, wenn sich auch die Herzfrequenz normalisiert hat. Das ist aber, wie Tabelle 27 zeigt, sehr spät der Fall. Die Normalisierung der Ventilations- und Kreislaufgrößen erfolgt demnach in der Reihenfolge AMV, Atemvolumen, O_2 -Aufnahme, Atemfrequenz, O_2 -Puls und Herzfrequenz.

Diese Vorgänge während der Erholung sind zuerst von KROGH und LINDHARD (45) und von CAMPBELL, DOUGLAS und HOBSON (8) untersucht worden. Sie beschrieben erstmalig den auffallend regelmäßigen Verlauf der Erholungskurven. Spätere Arbeiten von HILL (21), SIMONSON und HEBESTREIT (64) u.a., die sich mit der Erholungsphase beschäftigten, basierten fast ausschließlich auf nur kurzen Belastungen. KNOLL (41) spricht von einer Normalisierung der Atmung nach 4 Minuten. HOLLMANN (31) fand eine Normalisierung bis zum Ruhewert für die O_2 -Aufnahme nach 5 Minuten, für das AMV nach 7 Minuten und für die Pulsfrequenz nach 10 Minuten. Diese Werte resultieren allerdings aus einer nur 10 minütigen Belastung von 100 Watt am Drehkurbelergometer.

Besonders auffällig ist die im Verhältnis zu allen anderen Größen sehr langsame Abnahme der Herzfrequenz. Von einer Erholung kann also erst gesprochen werden, wenn sich auch die Herzfrequenz normalisiert hat. Wie die Dauer der Anlaufphase ist auch die Dauer der Erholungsphase abhängig von Arbeitsintensität und Leistungsfähigkeit der Probanden. Nach HILL (21) kann sie bis zu 90 Minuten betragen. HILL (21) schildert auch Fälle, in denen nach anstrengender Arbeit der Erholungsprozeß nicht bis zum Basalwert zurückführt, sondern über längere Zeit um 7 % über dem Ruhewert liegt. HERXHEIMER, WISSING und WOLFF (19) konnten nachweisen, daß diese Erhöhung auch noch nach 24 und 48 Stunden bestehen kann.

Unmittelbar mit Beginn der Belastung setzt die Ventilation verstärkt ein. Die von KROGH und LINDHARD (44) beschriebene tiefe Inspiration bei Arbeitsbeginn konnten wir nur in 3 Fällen (12,5 %) nachweisen. Bei allen anderen 21 Probanden (87,5 %) beobachteten wir ein Absinken des Expirationsniveaus

um 200 bis 600 ml, also eher eine tiefe Expiration als Inspiration. Auf dem durch diese erste Expiration gesetzten Niveau baut sich die weitere Ventilation auf. Als Begründung für die sofort mit Arbeitsbeginn einsetzende vermehrte Ventilation geben KROGH und LINDHARD (44) eine Erregbarkeitssteigerung des Atemzentrums durch kortikale Impulse an. HERXHEIMER und KOST (18) sprechen von reflektorischen Impulsen. Stoffwechselprodukte scheiden jedenfalls als Ursache aus, da die Ventilationsveränderungen unmittelbar mit Einsetzen der Belastung beginnen, d.h. zu einem Zeitpunkt, an dem noch keine aus dieser Belastung resultierende Stoffwechselprodukte vorliegen können.

2. Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenz

O_2 -Aufnahme und Herzfrequenz sind nach HOLLMANN (29) neben dem AMV die entscheidenden Kriterien für das Vorhandensein eines steady-state. HOLLMANN (29) unterscheidet zwischen steady-state und Schein-steady-state und spricht in diesem Zusammenhang von Puls-Dauerleistungsgrenze, bzw. O_2 -Dauerleistungsgrenze. Puls- und O_2 -Dauerleistungsgrenze besagen hierbei, daß Pulsfrequenz und O_2 -Aufnahme während langer gleichgroßer Leistungen konstant bleiben. Die Puls-Dauerleistungsgrenze liegt erheblich unter der O_2 -Dauerleistungsgrenze. Nur sie stellt eine echte Begrenzung der Dauerleistungsfähigkeit dar (echtes steady-state), während die O_2 -Dauerleistungsgrenze das Schein-steady-state begrenzt. E.A. MÜLLER (55) führte entsprechend für die Puls-Dauerleistungsgrenze den Begriff Dauerleistungsgrenze und für die O_2 -Dauerleistungsgrenze den Begriff der Langleistungsgrenze ein.

Unsere Versuche sollten in einem Schein-steady-state durchgeführt werden, d.h. O_2 -Aufnahme und AMV mußten einen gleichmäßigen Verlauf zeigen, während die Herzfrequenz nur langsam ansteigen durfte. Die Konstanz des AMV wurde bereits beschrieben. Ähnlich den Verhältnissen beim AMV und bei der Atemfrequenz steigt die O_2 -Aufnahme im 1. Teil der Anlaufphase (1. und 2. Minute) sehr schnell an, und zwar bis auf 2663 ml/Minute. Danach nimmt sie viel langsamer zu, nämlich nur noch um 107 ml bis zur 6. Minute (2. Teil). In der 8. Minute erreicht auch die O_2 -Aufnahme ein Maximum (Abbildung 7). Bis zur 15. bis 20. Minute nimmt sie geringfügig um 30 bis 50 ml/Minute zu und erreicht in den weiteren Minuten des Laufes ein sehr konstantes Niveau von 2790 bis 2810 ml/Minute (Abbildung 8).

Der sehr schnelle Anstieg von O_2 -Aufnahme und AMV im 1. Teil der Anlaufphase spricht für den guten Trainingszustand unserer Probanden, da beide bei Trainierten auf Grund der durch periphere Kapillarisation bedingten schnelleren Arbeitsumstellung auch schneller zunehmen (HANSEN (14), HOLLMANN (29)).

Die Herzfrequenz steigt in der 1. Minute bis 141,0, von der 2. bis 7. Minute um 1,39 Schläge/Minute auf 150,7 (Abbildung 7) und von der 8. bis 35. Minute um 0,35 Schläge/Minute auf 160,5 (Tabelle 22 und Abbildung 8). Andeutungsweise kann also auch hier von einer Anlaufphase gesprochen werden, die ebenfalls in 1. Teil (nur 1. Minute) und 2. Teil (2. bis 7. Minute) unterteilt werden kann. Der für das Schein-steady-state zutreffende langsame Anstieg der Frequenz würde dann in die 8. bis 35. Minute fallen (Abbildung 8).

Schon 1929 beobachteten SIMONSON und HEBESTREIT (64), daß bei gleichmäßiger und nicht allzu schwerer Arbeit in den ersten Arbeitsminuten mehr Sauerstoff verbraucht wird, als in den folgenden Minuten. Sie schlossen daraus, daß zu Beginn der Arbeit, wenn die O_2 -Versorgung noch nicht optimal ist, in der Muskulatur andere chemische Prozesse ablaufen als zu einem späteren Zeitpunkt der Arbeit. Dadurch, so nahmen sie an, werden Zwischenprodukte gebildet, die in der Erholung mit beseitigt werden müssen. Übereinstimmend hierzu fanden die gleichen Autoren, daß vorangegangene kurze Arbeit nach einer Pause (bis höchstens 30 Minuten) einen verminderten Einfluß auf den O_2 -Verbrauch der nachfolgenden Arbeit hat. Die Ursache hierfür sahen sie darin, daß bei der zweiten Arbeit keine neuen Initialstoffwechselprodukte im obigen Sinne entstehen. MELLEROWICZ (50) gibt als Ursache hierfür die kürzere Anlaufphase mit anaerobem Stoffwechsel und den größeren Wirkungsgrad des warmen Organismus an. Hier knüpften wir an und verglichen bei unseren 14 Probanden, die wir 15 bis 25 Minuten vor dem eigentlichen Lauf einem 4minütigen Testlauf (Lauf I) unterzogen, alle Ventilations- und Kreislaufgrößen des Testlaufes mit den entsprechenden Werten der ersten 4 Minuten des Langlaufes (Lauf II). Tabelle 28 beweist, daß nicht nur die O_2 -Aufnahme (nach SIMONSON und HEBESTREIT (64)), sondern mit Ausnahme der Herzfrequenz auch alle anderen untersuchten Größen im Lauf I höhere Werte zeigen als im Lauf II. Lediglich das Atemvolumen zeigt in der 1. Minute in Lauf I einen geringeren Wert als in Lauf II. Der Grund für das umgekehrte Verhalten der Herzfrequenz liegt in der schon erwähnten sehr langsamen Abnahme. Der Lauf II setzt zu einem Zeitpunkt ein, an dem die Herzfrequenz noch weit über ihrem Ruhewert liegt. Die neue Belastung führt daher zu einem schnelleren Anstieg der Frequenz als es bei der ersten Belastung der Fall war, so daß der Frequenzwert von Lauf II schon in der ersten Minute 3,7 Schläge/Minute über dem von Lauf I liegt. Beide Werte gleichen sich jedoch während des Laufes wieder an. Die größte Differenz zwischen den Werten der beiden Läufe findet sich für die 4. Minute beim AMV mit 12,30 Litern und bei der O_2 -Aufnahme mit 223 ml.

Lauf		M i n u t e n				Diff.d.4.Min. zw.Lauf I u. II
		1.	2.	3.	4.	
Atem- frequenz	I	29,9	34,6	35,8	36,6	3,7
	II	28,1	32,9	33,0	32,9	
Atem- volumen	I	1560	2230	2130	2190	110
	II	1630	2030	2060	2080	
AMV in Liter	I	46,35	77,40	81,85	79,70	12,30
	II	44,95	66,20	66,90	67,40	
O ₂ -Aufn. in ml	I	1767	2872	3042	----	223
	II	1757	2742	2819	----	
Herz- frequenz	I	139,7	145,3	147,3	147,6	1,5
	II	143,4	146,4	147,1	149,1	
O ₂ - Puls	I	12,8	19,8	20,7	----	1,5
	II	12,3	18,9	19,2	----	
Atem- äquiv.	I	27,2	26,7	26,6	----	2,7
	II	26,0	24,2	23,9	23,8	

Tabelle 28: Vergleichende Betrachtung von Ventilations- und Kreislaufgrößen des 4minütigen Testlaufes (Lauf I) mit den ersten 4 Minuten des 35 bis 42minütigen Langlaufes (Lauf II)

Ein Vergleich der jeweiligen O₂-Schuld nach Lauf I und Lauf II zeigte, daß durchschnittlich 84,9 % der O₂-Schuld von Lauf II schon nach Lauf I vorhanden ist (Tabelle 18). Dieser Wert wurde gewonnen aus der O₂-Mehraufnahme der jeweils ersten 10 Minuten der beiden Erholungsphasen. Bei Berücksichtigung aller registrierten Minuten (die Dauer der registrierten Erholungsphasen schwankte bei unseren Versuchen zwischen 10 und 25 Minuten) verringert sich dieser Wert auf 81,8 %. Hieraus ist zu erkennen, daß etwa 75 bis 85 % der gesamten O₂-Mehraufnahme bei Läufen im steady-state in die ersten 4 Minuten dieser Läufe fällt. Leider war es im Rahmen unserer Untersuchungen nicht möglich, vergleichende Werte von 1, 2, 3, 5 und 6 minütigen Testläufen zu gewinnen. Es wäre interessant, den prozentualen Anstieg der O₂-Schuld von 1 bis 6minütigen Läufen zu beobachten. Entsprechend der Anlaufphase müßte dieser Anstieg während der ersten 2 Minuten (Teil 1) sehr steil und zwischen 3. und 6. Minute etwas flacher sein (Teil 2). Nach unseren Beobachtungen zeigen diejenigen Probanden nach 4 Minuten den höchsten Prozentsatz, die zu diesem Zeitpunkt bereits ihr O₂-Aufnahme-Maximum erreicht haben, d.h. sich schon im steady-state befinden. (Vp 1 mit 86,3 %, Vp 3 mit 98,2 %, Vp 5 mit 94,5 %, Vp 14 mit 90,9 % und Vp 15 mit 114,1 %). Den geringsten Prozentsatz verzeichnen zu diesem Zeitpunkt die Vp 2 mit 65,5 %, Vp 11 mit 60,2 % und Vp 16 mit 67,5 %. Alle drei Probanden haben bis zur 4. Minute aber noch nicht ihr O₂-Aufnahme-Maximum erreicht, besitzen also noch steigende O₂-Aufnahme-Werte und befinden sich demnach noch nicht im steady-state. Hieraus kann geschlossen werden, daß bis zur 6. Minute (wo sich alle Probanden im steady-state befinden) die O₂-Mehraufnahme auf 90 bis 95 % der O₂-Schuld angestiegen ist.

3. Atemäquivalent

BRAUER und KNIPPING führten das Atemäquivalent (ÄÄ) in die klinische Funktionsdiagnostik ein. In seiner ursprünglichen Form wurde es definiert als Quotient aus AMV (in Liter) x 100 und O_2 -Aufnahme. Nach Vorschlag von ROSSIER und MEAN (62) gilt seit 1943 für das ÄÄ jedoch die Definition

AMV in ml (BTPS)

O_2 -A. in ml/min (STPD)

Da in diesen Quotienten sowohl AMV als auch O_2 -Aufnahme eingehen, gibt das ÄÄ einen guten Einblick in die Atmungsökonomie. Die Atmung ist um so ökonomischer, je weniger Luft zur Aufnahme von einem ml O_2 benötigt wird, d.h. je kleiner der Wert des ÄÄ ist. Besser trainierte mit einem geringeren AMV zeigen demnach ein geringeres ÄÄ als Untrainierte. Leistungsfähigkeit und Trainingszustand sind daher durch Berechnung des ÄÄ bestimmbar (HOLLMANN (29)). Entsprechend ist die Größe des ÄÄ abhängig vom Trainingszustand, Alter und Geschlecht (HOLLMANN (29)). Ähnliche Ausnahmen wie beim AMV fanden wir jedoch auch beim ÄÄ, und zwar weisen die Vp 2 und 7 mit Werten um 27,0 sehr hohe ÄÄ auf. Für sie gilt, wie schon beim AMV besprochen, daß erst vergleichende Werte derselben Personen, die zu verschiedenen Zeiten gewonnen wurden, genauere Aussagen über Trainingszustand und Leistungsfähigkeit gestatten. Im allgemeinen ist aber bei unseren Probanden zu beobachten, daß die leistungsstärkere Gruppe I (Vp 1 bis 10) niedrigere ÄÄ besitzt als die leistungsschwächere Gruppe II (Vp 11 bis 24).

Es ist schon lange bekannt, daß mit Arbeitsbeginn das ÄÄ zunächst bis auf individuell verschiedene Werte absinkt, um dann je nach Arbeitsintensität bis zum Grenzbereich der körperlichen Leistungsfähigkeit wieder anzusteigen. Dieser Grenzbereich wird in der Literatur mit etwa 30,0 angegeben. Von Bedeutung erweist sich bei Bestimmung dieses Grenzbereiches der körperlichen Leistungsfähigkeit die Art der Belastung. KIRCHHOFF, REINDELL und GEBAUER (37) fanden für Ergometerarbeit in liegender oder sitzender Stellung Werte zwischen 22 und 30. Zu den gleichen Ergebnissen kamen BACKE und SZAKAL (zitiert nach KIRCHHOFF (37)). Für Handkurbelarbeit mit ihren entsprechend höher liegenden Ventilationsgrößen beschreiben VENRATH und VALENTIN (zitiert nach HOLLMANN (29)) die Leistungsgrenze bei 29. HOLLMANN (29) schließlich spricht von Werten um 30,0. Wir fanden in unseren Untersuchungen in 4 Fällen Werte, die teilweise erheblich über 30,0 lagen (Vp 11, 13, 16 und 17). Vp 11 besitzt zum Beispiel in der 35. Minute ein ÄÄ von 35,2 und Vp 17 ein ÄÄ von 31,5. Das ÄÄ der Vp 17 bewegt sich dabei schon seit der 12. Minute um Werte zwischen 29,0 und 32,0. Die maximalen Werte der übrigen 2 Vp liegen mit 31,7 und 32,6 ebenfalls

beträchtlich über der in der Literatur angegebenen Leistungsgrenze von 30,0. Alle 4 Probanden zeigten bei Versuchsende aber keinerlei Anzeichen irgendeiner Erschöpfung, sondern äußerten, wie alle anderen auch, in diesem Tempo weiterlaufen zu können. Daraus ist zu schließen, daß in Einzelfällen der Grenzwert körperlicher Leistungsfähigkeit auf dem Laufband noch erheblich über einem $\ddot{A}\ddot{A}$ -Wert von 30,0 liegen kann. Da die Laufbandbelastung den normalen Laufbedingungen am nächsten kommt, ist anzunehmen, daß ein $\ddot{A}\ddot{A}$ von 29 bis 30 unter normalen Laufbedingungen nicht in allen Fällen den Grenzwert der Leistungsfähigkeit bedeuten muß.

Der Verlauf des Mittelwertes des $\ddot{A}\ddot{A}$ während der Belastung zeigt als Ausdruck der besseren Atmungsökonomie zunächst bis zur 4. Minute einen kontinuierlichen Abfall. Bis zum Ende des Laufes geht dieser Abfall als Ausdruck der schlechter werdenden Atmungsökonomie in einen gleichmäßigen langsamen Anstieg über (Abbildung 7, Tabelle 20).

Der starke Abfall des $\ddot{A}\ddot{A}$ in der 1. Erholungsminute auf 19,9 und der unmittelbar darauf folgende Anstieg auf Werte zwischen 25 und 30 erklärt sich aus dem Verhalten von AMV und O_2 -Aufnahme. Das AMV fällt in der 1. Minute stärker als die O_2 -Aufnahme, der resultierende $\ddot{A}\ddot{A}$ -Wert ist dementsprechend niedrig. Schon in der 2. Minute aber haben AMV und O_2 -Aufnahme auf etwa den gleichen Prozentsatz ihrer entsprechenden Werte der letzten Laufminute abgenommen (24,80 %, bzw. 24,70 % gegenüber 49,75 %, bzw. 68,90 % in der 1. Minute), so daß das $\ddot{A}\ddot{A}$ wieder beträchtlich ansteigt.

4. Sauerstoffpuls

Der Begriff des O_2 -Pulses wurde 1925 von LYTHGOE und PEREIRA (48) geprägt. Er wird definiert als

$$\frac{O_2A. \text{ in ml/min (STPD)}}{\text{Herzfrequenz / Minute}}$$

Es ist ersichtlich, daß bei Läufen im Schein-steady-state, die ja durch eine konstante O_2 -Aufnahme charakterisiert sind, im wesentlichen Veränderungen der Herzfrequenz auf die Größe des O_2 -Pulses Einfluß nehmen. Der O_2 -Puls nimmt umgekehrt proportional der Herzfrequenz zu, d.h. je größer sein Wert, um so geringer ist die Frequenz und um so ökonomischer arbeitet der Kreislauf. Der O_2 -Puls vermittelt also einen guten Einblick in die Kreislaufökonomie.

Die Werte des O_2 -Pulses schwanken nach HOLLMANN (31) zwischen 4,0 (Untrainierte), bzw. ca 5,5 (Trainierte) in Ruhe und 30,0 bei Belastung (Tabelle 24). Einen umgekehrten Verlauf zu denen des $\ddot{A}\ddot{A}$ zeigen die O_2 -Puls-Werte während der Belastung. Dem raschen Anstieg in den ersten 4 Minuten folgt ein kontinuierlicher langsamer Abfall bis zum Schluß des Laufes (Tabelle 25). Maximum des O_2 -

Pulsus und Minimum des $\ddot{A}\ddot{A}$ liegen in der gleichen Minute (Abbildung 7). Wie beim $\ddot{A}\ddot{A}$ und mit Einschränkung auch beim AMV kann ein direkter Vergleich des O_2 -Pulsus mit dem Trainingszustand nur gezogen werden, wenn Ergebnisse gleicher Probanden verglichen werden, die zu verschiedenen Zeiten gewonnen wurden. Sehr deutlich wird dies bei einem Vergleich der Vp 10 mit Vp 20. Würde lediglich von der Größe des O_2 -Pulsus als entscheidendem Faktor für die Kreislaufökonomie ausgegangen, so würde Vp 10 mit 15,3 gegenüber Vp 20 mit 20,3 (jeweils für die 35. Minute) klar abfallen. Leistungsmäßig kehren sich die Verhältnisse aber genau um. Vp 10 zählt mit einer 10 000 m Zeit von 29:06,6 min zur Weltspitze, Vp 20 besitzt dahingegen über 10 000 m nur eine Bestzeit von 32:40,8 min. Entscheidend ist also (wie auch beim AMV und $\ddot{A}\ddot{A}$) nicht die Höhe des O_2 -Pulsus im Vergleich zum O_2 -Puls anderer Personen, sondern im Vergleich zu eigenen Werten aus früheren Läufen.

V. Zusammenfassung

24 ausgesuchte Lang - und Mittelstreckler liefen 35 bis 42 Minuten im Schein-steady-state auf einem Laufband bei einer Geschwindigkeit von 3,8 m/sec (10 Vp = Gruppe I), bzw. 3,0 m/sec (14 Vp = Gruppe II). 14 Vp aus beiden Gruppen absolvierten vor dem eigentlichen Lauf einen 4 minütigen Testlauf. Herzfrequenz, O_2 -Aufnahme und Atemgrößen wurden während des ganzen Versuches kontinuierlich bestimmt. Die Untersuchungen erbrachten folgende Ergebnisse:

1. Das AMV der letzten Laufminute verringert sich während der Erholung streng exponential auf 50 % in der 1., 25 % in der 2. und 20 % in der 3. Minute.
2. Bei 21 Probanden beobachteten wir bei Belastungsbeginn einen Abfall des Expirationsniveaus um 200 bis 600 ml.
3. AMV, Atemfrequenz, O_2 -Aufnahme und Herzfrequenz zeigen unter Belastung bis zum Erreichen des Schein-steady-state eine kontinuierliche Entwicklung.
4. Auch die Herzfrequenz zeigt eine Anlaufphase (1. Teil in der 1. Minute und 2. Teil von 2. bis 7. Minute).
5. Unsere Laufbandbelastung, die dem modernen Dauerlauftraining entspricht, entspricht einer Ergometerbelastung von 215 bis 230 Watt.
6. Atemvolumen und O_2 -Puls fallen in der Erholung teilweise erheblich unter ihre Ruhewerte ab.
7. Bei 17 Probanden traten 1 bis 3 mal/Minute extrem tiefe einzelne Inspirationen auf.
8. Vorangehender kurzer Testlauf führte beim nachfolgenden Lauf zu einer Verminderung von O_2 -Aufnahme, Atemfrequenz, Atemvolumen, AMV, O_2 -Puls und Atemäquivalent, sowie zu einer Erhöhung der Herzfrequenz.
9. Die O_2 -Mehraufnahme in den ersten 4 Minuten beträgt 75 bis 85 % der O_2 -Schuld eines Schein-steady-state Laufes. Dieser Wert vergrößert sich bis zum Ende der Anlaufphase auf etwa 95 %.
10. Der Grenzwert körperlicher Leistungsfähigkeit des Atemäquivalentes liegt in Einzelfällen erheblich über einem Wert von 30,0.
11. Eine Normalisierung der Größen tritt ein in der Reihenfolge:
AMV, Atemvolumen, O_2 -Aufnahme, Atemfrequenz, O_2 -Puls und Herzfrequenz.

VI. Literaturverzeichnis

1. Anthony, A.J.: Funktionsprüfung der Atmung. Leipzig 1937.
2. Arnold, A.: Lehrbuch der Sportmedizin. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1956.
3. Astrand, P.O.: Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Kopenhagen 1952.
4. Bartels, H. und G. Podewald: Methoden zur Untersuchung des Gasaustausches in der Lunge. Klin. Wschr. 1955, 969.
5. Rock, Vancaulert, Dill, Fölling und Hurxthal: J. of Physiol. 66, 136 (1928).
6. Bolt, W., H.W. Knipping, H. Valentin und H. Venrath: Atmung beim Sport. In: Lehrbuch der Sportmedizin von A. Arnold. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1956.
7. Bürger, M. und W.H. Hauss: Über die Ökonomie körperlicher Arbeit in den verschiedenen Altersstufen. Z. Altersforschung 4, 229 (1943).
8. Campbell, Douglas und Hobson: Phil. Trans. roy. Soc. Lond. B. 210, 1 (1920).
9. Christensen, E.: VI. Mitt.: Stoffwechsel und respiratorische Funktionen bei schwerer körperlicher Arbeit. Arbeitsphysiologie 2, 463 (1932).
10. Christensen, E. und P. Högberg: Steady-state, O_2 -deficit and O_2 -debt at severe work. Arbeitsphysiologie 14, 251 (1950).
11. Dittrich, R.: Die Atembewegungen der Norm und Fehlform. Beilageheft zur Zeitschrift für Orthopädie, Band 65. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1937.
12. Fahri, L.E. und H. Rahn: Gas stores of the body at the unsteady state. J. Appl. Physiol. 7, 472 (1955).
13. Fleisch, A.: Neue Methoden zum Studium des Gasaustausches und der Lungenfunktion. Leipzig 1956.
14. Hansen, E.: Skand. Arch. Physiol. 54 (1928).
15. Hansen, E.: Kreislauf und Atmung bei körperlicher Arbeit. Handbuch normaler und pathologischer Physiologie 15, 904 (1931).
16. Harrison, W. und Mitarbeiter: Atmungsvergrößerung während der Arbeit. Amer. J. Physiol. 100, 68 (1932).
17. Herbst, R.: Der Gassstoffwechsel als Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit. I.: Die Bestimmung des O_2 -Aufnahmevermögens beim Gesunden. Dtsch. Arch. Klin. Med. 162, 33 (1928).

18. Herxheimer, H. und Kost: Z. Klin. Med. 108 (1928).
19. Herxheimer, H.: Grundriß der Sportmedizin. Leipzig 1933.
20. Hill, A.V. und H. Lupton: Muscular Exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. Quart. J. Med. 16, 135 (1923).
21. Hill, A.V., C.H.N. Long und H. Lupton: Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. Parts I-III, IV-VI and VII-VIII. Proc. Roy. Soc. Lond. 96, 438; 96, 455; 97, 84; 97, 155 (1924-1925).
22. Hill, A.V.: The revolution in muscle Physiology. Physiol. Rev. 12, 56-67 (1932).
23. Hollmann, W., H. Venrath, J. Balodimos und G. Giovannelli: Herzleistungsquotient und-wirkungsgrad sowie die Lungenvolumina bei Sportlern unter 35 Jahren. Sportmed. 11 (1955).
24. Hollmann, W., H. Venrath und N. Tietz: Die Streubreite der O₂-Aufnahmewerte bei spiroergometrischen Untersuchungen. Z. Kreislaufforschung 45, 95 (1956).
25. Hollmann, W., H. Valentin und H. Venrath: Über das steady-state des O₂-Verbrauchs bei Belastungen am Drehkurbelergometer. Sportmed. 8 (1957).
26. Hollmann, W. und H. Valentin: Über das Verhalten von Ventilation und Stoffwechsel gesunder männlicher Personen verschiedenen Alters bei leichter und mittelschwerer Arbeit. Z. Altersforschung (1958).
27. Hollmann, W., H. Venrath und H. Valentin: Über den Einfluß spezieller Drehkurbelübungen auf Atmung und Stoffwechsel. Zbl. f. Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz 9, 18 (1959).
28. Hollmann, W.: Bedeutung und Ermittlung der Dauerleistungsgrenze. Pan-Amer. Sportärzte-Kongreß, Chicago 1959.
29. Hollmann, W.: Der Arbeits- und Trainingseinfluß auf Kreislauf und Atmung. Dr. Dietrich Steinkopff, Darmstadt 1959.
30. Hollmann, W., H. Venrath, H. Valentin und A. Bonnekoh: Untersuchungen zum Verhalten des O₂-Pulses unter verschiedenartiger körperlicher Belastung, unterschiedlicher Arbeitsintensität und -dauer. Sportarzt 9 (1961).
31. Hollmann, W.: Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers. Johann Ambrosius Barth, München 1963.

32. Hug, O.: Kreislauf und Atmung bei Marathonläufern. Schweiz. med. Wschr. (1928), 453.
33. Hutchinson, J.: On Capacity of lungs and on respiratory functions, with view of establishing precise and easy method of detecting disease by spirometer. Trans. Med.-Chir. Soc. Lond. 29, 137-252 (1846).
34. Jansen, K., H.W. Knipping und K. Strömberger: Klinische Untersuchungen über Atmung und Blutgase. Beitr. Klin. Tbc. 80, 304 (1932).
35. Jequier-Doge, E.: A propos du déficit oxygène. Schweiz. med. Wschr. 1950, 13.
36. Kindermann, W.: Verhalten von Herzfrequenz, Sauerstoffverbrauch und O_2 -Puls während des modernen Dauerlauftrainings. Med. Diss. Hamburg 1967.
37. Kirchhoff, H.W., H. Reindell und A. Gebauer: Untersuchungen über die O_2 -Aufnahme, Kohlensäureabgabe, das Atemminutenvolumen, Atemäquivalent und den respiratorischen Quotienten während körperlicher Belastung bei Normalpersonen und Hochleistungssportlern. Deutsches Archiv für Klinische Medizin 203, 423-447 (1956).
38. Klotzschkow, L.A. und E.S. Wassiljewa: Gaswechseluntersuchung beim Lauf über verschiedene Strecken. Internationale Zeitschr. f. angewandte Physiol. 7 (1934).
39. Knipping, H.W., H. Valentin und H. Venrath: Atmung beim Sport. In: Lehrbuch der Sportmedizin von A. Arnold. Leipzig 1956.
40. Knipping, H.W. und W. Hollmann: Bericht über sportmedizinische Untersuchungen. Jahrbuch des Sports 1957-1958. Limpert Verlag, Frankfurt 1958.
41. Knoll, W. und A. Arnold: Normale und pathologische Physiologie der Leibesübungen. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1933.
42. Koch, A. und B. Schmidt: O_2 -Aufnahme und Atemumfang bei körperlicher Arbeit und ihre Bedeutung für die Funktionsprüfung von Herz und Lunge bei Gesunden und Kranken. Z. exper. Med. 112, 612 (1943).
43. Krestownikow, A.N.: Physiologie der Körperübungen. Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1953.
44. Krogh und Lindhard: Atmung und Kreislauf zu Beginn der Arbeit. J. of Physiol. 47, 112 (1913).
45. Krogh und Lindhard: J. of Physiol. 51 (1917)

46. Krogh und Lindhard: Atmung beim Übergang von Arbeit zur Ruhe. J. of Physiol. 53, 431 (1920).
47. Liljestrand, G. und N. Stenström: Skand. Arch. Physiol. 39, Berlin und Leipzig 1920.
48. Lythgoe, R. J. und J. R. Pereira: The pulse rate oxygen intake during the early stages of recovery from severe exercise. Proc. Roy. Soc. Lond. 98, 468 (1925).
49. Mellerowicz, H. und B. Dransfeld: O₂-Aufnahme, O₂-Puls und Atemminutenvolumen während einer Leistung von 1 W/kg Körpergewicht von 100 20-40 jährigen Männern. In: Training, Leistung, Gesundheit. Sportmedizinische Schriften 1956-1958. Herausg. H. Mellerowicz, Berlin 1959.
50. Mellerowicz, H.: Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung für die Innere Medizin, Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin. Verlag von Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1962.
51. Metzner, A.: Atmung und Kreislauf. In: Internationale Arbeitstagung "Der Lauf". Karlsruhe 1958.
52. Metzner, A.: Zur Leistungssteigerung in der Sportmedizin. Sportmedizin 1, 9-12 (1958).
53. Mies, H.: Über die Dauer der Erholungsvorgänge nach körperlicher Beanspruchung. Sonderheft Theorie und Praxis der Körperkultur, Leipzig 1956.
54. Mobitz, W.: Atmung, Kreislauf und Sauerstoffverbrauch während Körperarbeit. Klin. Wschr. 1928, 438.
55. Müller, E. A.: Regulation der Pulsfrequenz in der Erholungsphase nach ermüdender Muskelarbeit. Int. Z. f. angewandte Physiol. 16, 35 (1955).
56. Nicolai, W.: Zur Frage der elektronischen Messung und Registrierung physiologischer Vorgänge bei körperlicher Belastung von Versuchspersonen. Elektronik 1 (1960).
57. Nöcker, J.: Die Biologischen Grundlagen der Leistungssteigerung durch Training. Verlag Karl Hofmann, Schorndorf bei Stuttgart 1960.
58. Prokop, L.: Die Wirkung sportlichen Trainings auf den menschlichen Organismus. Sportmed. Mitt. Wien 3, 1949.
59. Reindell, H. und H. W. Kirchhoff: Über kombinierte Funktionsprüfungen des Kreislaufs und der Atmung. Dtsch. med. Wschr. 15, 592 und 26, 1048 (1956).

60. Reindell, H., H. Roskamm und W. Gerschler: Das Intervalltraining. Physiologische Grundlagen, praktische Anwendungen und Schädigungsmöglichkeiten. Johann Ambrosius Barth Verlag, München 1962.
61. Rohrer: Physiologie der Atmung. In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Band 2. Springer Verlag, Berlin.
62. Rossier und Méan: zitiert nach P.H. Rossier: Physiologie und Pathophysiologie der Atmung. Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956.
63. Simonson, E.: Physiologie der Atmung. Pflügers Archiv 215, 752 (1927).
64. Simonson, E. und H. Hebestreit: Klin. Wschr. 8, 2146 (1929).
65. Simonson, E.: Der Umsatz bei körperlicher Arbeit. In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie XV/1, 738 (1930).
66. Thiel, K. und A. Ruhpau: Über die Beziehungen zwischen Atmung und Kreislauf bei Körperarbeit. Z. exper. Med. 97, 65 (1936).
67. Tiffeneau, R. und A. Pinelli: La capacité pulmonaire utilisable à l'effort; test pour l'exploration de la fonction ventilatoire pulmonaire. 10. Congrès Nat. Tub. Strasbourg 1948.
68. Wagner, R.: Kreislauf und Atmung. Dtsch. Ges. Kreislaufforschung 13, 7 (1940).
69. Zaeper, G.: Fragen der Wechselbeziehungen zwischen Atmung und Kreislauf. Klin. Wschr. 20, 32 (1941).

VII. Lebenslauf

Ich wurde am 5. Februar 1941 als 3. Sohn des Kapitänleutnant Heinrich Bredemeier und dessen Ehefrau Fanny, geb. Eggers, in Kiel geboren. Von 1947 bis 1952 besuchte ich die Volksschule in Ranneberg/Weserbergland. 1952 wechselte ich auf die Oberschule für Jungen in Rinteln/Weser. Im März 1953 verzogen wir nach Hamburg, wo ich bis zu meinem Abitur das Matthias-Claudius-Gymnasium in Hamburg-Wandsbek besuchte. Nach meinem Abitur im Januar 1960 meldete ich mich freiwillig für 2 Jahre zur Bundeswehr, die ich nach 2 Jahren als Leutnant der Reserve verließ. Seit 1962 studiere ich an der Universität Hamburg Medizin.

Für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. Gadermann und Herrn Dr. Metzner sehr herzlich. Herrn Nicolai danke ich für die Herstellung einiger technischer Apparaturen, in deren Bedienung er mich einwies.



